

MINERALOGY

CRYSTALLOGRAPHY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

MINERALOGY

ZEITSCHRIFT
FÜR
KRYSTALLOGRAPHIE
UND
MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

VIERUNDRDEISSIGSTER BAND.

MIT 10 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 197 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN



Digitized by the Internet Archive
in 2024

Inhaltsverzeichnis des vierunddreissigsten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 25. September 1900.)

Seite

I. W. Barlow, die Symmetrie der Krystalle. Die wirkliche Grundlage der 32 Symmetrieklassen. Mit 40 Textfiguren	1
II. W. Vernadsky, zur Theorie der Silicate	37
III. G. A. Koenig, über Mohawkit, Stibiodomeykit, Domeykit, Algodonit und einige künstliche Kupferarsenide	67
IV. K. Zimányi, über den Tetraëdrit vom Botes-Berge. Hierzu Tafel I u. II	78
V. J. Loczka, Chemische Analyse eines Tetraëdrits vom Berge Botes in Ungarn	84
VI. Auszüge.	
1. J. W. Judd und W. E. Hidden, über eine neue Art des Vorkommens von Rubin in Nord-Carolina; nebst krystallographischen Notizen von J. H. Pratt	88
2. F. R. Mallet, über Langbeinit aus der Punjab Salt Range.	88
3. L. Fletcher, über den Cliftonit und Taenit aus dem 1884 im Subdistrikt von Youndegin im westlichen Australien gefundenen Meteoreisen.	90
4. G. T. Cooper und L. J. Spencer, über die Identität von Binnit und Tennantit, sowie über die chemische Zusammensetzung von Fahlerz	90
5. W. F. Hillebrand, mineralogische Notizen. Analysen von Tysonit, Bastnäsit, Prosopit, Jethersit, Covellit, Enargit.	95
6. T. L. Walker, die Krystalsymmetrie der Mineralien der Glimmergruppe	98
7. G. C. Hoffmann, über das Vorkommen von Polykras in Canada.	99
8. J. H. Pratt, über das Vorkommen, die Entstehungsart und die chemische Zusammensetzung des Chromits	99
9. H. W. Turner, Analysen einiger gesteinsbildender Biotite und Amphibole aus Californien	100
10. O. A. Derby, über die Association von Thongesteinen mit Quarzgängen in der Gegend von Diamantina, Brasilien	101
11. F. W. Clarke und N. H. Darton, über einen Hydroglimmer von New-Jersey	101
12. W. F. Hillebrand, H. W. Turner und F. W. Clarke, über Roscoelith	102
13. D. A. Kreider, eine Methode zur Entdeckung und Trennung von rechts- und linksdrehenden Krystallen, nebst einigen Bemerkungen über Wachstum und Eigenschaften der Krystalle von chloressaurem Natrium	103
14. C. Iwasaki, über die Orthoklaskrystalle von Shinano, Japan	104
15. J. A. Taff, ein albertitartiger Asphalt von der Choctaw Nation, Indian Territory.	104
16. J. H. Pratt, über die Ausscheidung von Thonerde aus geschmolzenen Magmen und die Bildung von Korund	104
17. F. W. Clarke und G. Steiger, Untersuchungen über die Constitution von Pektolith, Pyrophyllit, Calamin und Analcim	105

	Seite
18. <i>A. H. Phillips</i> , mineralogische Structur und chemische Zusammensetzung des Diabas von Rocky Hill, New Jersey	108
19. <i>W. F. Hillebrand</i> , mineralogische Notizen: Melonit (?), Coloradoit, Petzit und Hessit	109
20. <i>C. Palache</i> , Notiz über Epidot und Granat von Idaho	110
21. <i>W. H. Hobbs</i> , der Diamantdistrict der grossen Seen	111
22. <i>H. N. Stokes</i> , Analysen von Biotit und Hornblende	111
23. <i>N. H. Winchell</i> , Thalit und Bowlingit vom Nordufer des Lake Superior	112
24. <i>Ders.</i> , Chlorastrolith und Zonochlorit von Isle Royal	112

Heft II. (Geschlossen am 19. November 1900.)

VII. <i>E. G. J. Hartley</i> , über die Zusammensetzung der natürlichen Arseniate und Phosphate. (Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium zu Oxford.)	
III. Theil: Plumbogummit und Hitchcockit	113
IV. Theil: Beudantit	123
<i>H. A. Miers</i> , Bemerkung über die von <i>Hartley</i> analysirten Mineralien Hitchcockit, Plumbogummit und Beudantit	128
VIII. <i>E. von Fedorow</i> , Beiträge zur zonalen Krystallographie. 4. Zonale Symbole und richtige Aufstellung der Krystalle. Mit 3 Textfiguren .	133
IX. <i>A. Sachs</i> , krystallographisch-optische Studien an synthetisch dargestellten Verbindungen. Mit 13 Textfiguren	158
X. <i>C. Viola</i> , über das Glaukisiren verschiedener Feldspäthe. Hierzu Taf. III.	171
XI. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>F. W. Clarke</i> , Zusammensetzung des Turmalins	196
2. <i>O. Kuntze</i> , über das Vorkommen von Quenstedtit in der Nähe von Montpelier, Iowa	201
3. <i>N. H. Winchell</i> , optische Eigenschaften des Jacksonits.	202
4. <i>Ders.</i> , Adular und andere secundäre Mineralien aus kupferhaltigen Gesteinen	202
5. <i>W. G. Miller</i> , Notizen über korundhaltige Gesteine von Ost-Ontario	202
6. <i>W. W. Müller</i> , Analyse von Smithsonit aus Arkansas.	202
7. <i>F. P. King</i> , Krystallform des Tetramethylammoniumkadmiumchlorid	203
8. <i>J. E. Gignoux</i> , Krystallformen einiger organischer Verbindungen .	203
9. <i>C. W. Volney</i> , über die Zusammensetzung von Barytocölestin. .	204
10. <i>G. Steiger</i> , die Löslichkeit einiger Silicate in Wasser	204
11. <i>G. W. Sargent</i> , die quantitative Bestimmung der Borsäure in Turmalin	205
12. <i>H. P. Patton</i> , Turmalin und Turmalinschiefer von Belcher Hill, Colorado	205
13. <i>J. C. White</i> , Entstehung des Grahamits	205
14. <i>A. F. Rogers</i> , Cupro-Goslarit, eine neue Varietät des schwefelsauren Zinks	206
15. <i>Ders.</i> , Normal-Ankerit von Phelps County, Missouri	206
16. <i>S. H. Hamilton</i> , Monazit von Delaware County, Pennsylvanien.	206

17. <i>R. A. Daly</i> , über die optischen Verhältnisse der vertikalen Zone der Amphibole und Pyroxene, und über eine neue Methode zur Bestimmung der Auslöschungswinkel dieser Mineralien mittelst Spaltungsstücke	206
18. <i>Ders.</i> , eine vergleichende Untersuchung von Aetzfiguren; die Amphibole und Pyroxene	207
19. <i>Ders.</i> , über eine neue Varietät von Hornblende	208
20. <i>G. C. Hoffmann</i> , über canadische Mineralien	209
21. <i>E. O. Hovey</i> , Notiz über eine Calcitgruppe von Bisbee, Arizona	210
22. <i>G. C. Hoffmann</i> , mineralogische Notizen	211
23. <i>L. W. Bailey</i> , der Mineralreichthum der Provinz New-Brunswick	211
24. <i>W. G. Miller</i> , über Korund und andere Mineralien im östlichen Ontario	212
<i>A. Blue</i> , Korund in Ontario	212
<i>A. P. Coleman</i> , korundführender Nephelin-Syenit	212
25. <i>T. H. Holland</i> , Mineralien des bengalischen Glimmergebietes	212
26. <i>C. L. Griesbach</i> , Topaskrystalle aus Birma	212
27. <i>C. S. Middlemiss</i> , Turmalin aus Karenni, Birma	213
28. <i>G. Harker</i> , über die Zusammensetzung von Labradorit und Topas aus Neu-Süd-Wales nebst Bemerkungen über die Methoden für die Bestimmung des Fluors	213
29. <i>A. Dieseldorff</i> , über jodhaltige Kupfererze aus Neu-Süd-Wales	213
30. <i>A. J. Higgin</i> , Notizen über den Melonit (Tellurnickel) von Worturpa, Süd-Australien	214
31. <i>W. H. Twelvetrees</i> und <i>W. F. Petterd</i> , Vorkommen von Limurit in Tasmanien	214
32. <i>W. A. Macleod</i> und <i>O. E. White</i> , Vorkommen einer neuen Varietät von Granat zu Port Cygnet	214
33. <i>J. M. MacLaren</i> , Vorkommen von Gold im Coromandalgebiete, Neu-Seeland	214
34. <i>Kotora Jimbō</i> , Notizen über die Mineralien von Japan	215
35. <i>C. T. Clough</i> und <i>W. Pollard</i> , Spinell und Forsterit im Kalk zu Glenelg (Invernesshire), Schottland	223
36. <i>C. A. Macmahon</i> , über das Vorkommen von Allanit zu Lairg (Sutherlandshire), Schottland	224
37. <i>J. Parkinson</i> , der Glaukophan-Gabbro von Pegli in Nord-Italien	224
38. <i>G. P. Merrill</i> , eine Diskussion über den Gebrauch der Namen: Gesteinsverwitterung, Serpentinisirung und Hydrometamorphismus	224
<i>T. G. Bonney</i> , über Verwitterung, Serpentinisirung u. s. w.	224
<i>T. H. Holland</i> , Beiträge zur Discussion über Gesteinsverwitterung und Serpentinisirung	224

Heft III. (Geschlossen am 15. Januar 1901.)

XII. <i>F. Zambonini</i> , mineralogische Mittheilungen.	
1. Ueber Müllerit, Melit und Schrötterit. Hierzu Taf. IV, Fig. 1 u. 2.	225
2. Olivin von Latium. Hierzu Taf. IV, Fig. 3 u. 4	227
3. Chemische Zusammensetzung des Forsterit der Albaner Gebirge	228
4. Analyse des Dioptas der Kirghisen-Steppe	229

	Seite
5. Manganit von Ilefeld. Hierzu Taf. IV, Fig. 5 u. 6.	229
6. Ueber den gelben Epidot vom Colle del Paschietto (Alathal) Hierzu Taf. IV, Fig. 7.	235
7. Brochantit von Utah. Hierzu Taf. IV, Fig. 8	238
8. Diopsid vom Alathale	239
9. Winkelmessungen an Sanidinkrystallen. Hierzu Taf. IV, Fig. 9 bis 14, Taf. V, Fig. 15—16.	243
10. Anhang zu meiner Abhandlung »Ueber den Pyroxen Latiums«. Hierzu Taf. V, Fig. 17—20.	259
XIII. <i>J. Koenigsberger</i> , Bestimmung von Feldspath im Biotitprotogin nach der Methode von <i>Fedorow</i> . Hierzu Taf. V, Fig. 1—3, Taf. VI und 3 Textfiguren	261
XIV. <i>E. H. Kraus</i> und <i>J. Reisinger</i> , Hussakit, ein neues Mineral, und dessen Beziehung zum Xenotim. Mit einer Textfigur	268
XV. <i>Kürzere Originalmittheilungen und Notizen</i>	278
1. <i>J. Sioma</i> , eine Analyse des weissen Mikroklin vom Ilmengebirge	278
2. <i>Ders.</i> , über das Vorkommen des Schefferits (Eisenschefferit) am Kaukasus	279
3. <i>F. Gonnard</i> , über Quarz von Bourg d'Oisans	279
4. <i>J. Macé de Lépinay</i> , über die Form der ordentlichen Wellen- fläche im Quarz	280
5. <i>C. Viola</i> , über die Form der ordinären Lichtwellenfläche beim Quarz	281
XVI. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>F. Millosevich</i> , Cölestin aus Strongoli (Calabrien).	283
2. <i>G. Struever</i> , die Minerallagerstätten von Saulera und Rocca Nera alla Mussa im Ala-Thale in Piemont	284
3. <i>G. Boeris</i> , Krystallform einiger organischer Verbindungen	285
4. <i>C. Rimatori</i> , über die Chabasite von Sardinien	286
5. <i>G. Piolti</i> , über das Vorkommen des Jadeit im Susathale	287
6. <i>G. Boeris</i> , neue Beobachtungen über die Mineralien der Comba di Compare Robert bei Avigliana, Piemont.	288
7. <i>G. Spezia</i> , über eine Ablagerung von Quarz und gelatinöser Kieselsäure im Simplontunnel	289
8. <i>L. Bombicci</i> , die interessanten Anomalien (Dissymetrien und Verschiebungen) der wunderbaren Schwefelkrystalle von der Grube Cà-Bernardi. Vergleichen mit den Anomalien und helicoidalen Distorsionen der Quarzkrystalle von Poretta. Die <i>Tschermak'sche</i> Hypothese über die Krümmung der parabolischen Quarzplatten. Einwürfe gegen diese Hypothese. Erklärung des Verfassers für die erwähnte Krümmung	290
<i>Ders.</i> , neue Beobachtungen über die Wahrscheinlichkeit, dass einige Anomalien der Krystallformen eine Folge dauernder Bewegungen in natürlichen krystallogenetischen Räumen sind	291
9. <i>Ders.</i> , über Cubosilicite	292
10. <i>E. Scacchi</i> , neue Beobachtungen über Haueritkrystalle von Sicilien	294
11. <i>E. Artini</i> , über den Leadhillit von Sardinien	294
12. <i>G. Boeris</i> , über den Tridymit von San Pietro Montagnon in den Euganeen. Mit 7 Textfiguren	294

	Seite
13. <i>G. Boeris</i> , über eine bemerkenswerthe Ähnlichkeit der Krystallform einiger organischer Verbindungen	298
14. <i>A. A. Ferro</i> , Analyse des Sphärokobaltit von Libiola bei Casarze (Ligurien)	302
15. <i>V. Zunino</i> , Entwässerung des Selenit und Wasseraufnahme des Anhydrit	303
16. <i>G. d'Achiardi</i> , optische Untersuchungen über Quarzkrystalle ohne Circularpolarisation	303
17. <i>E. Manasse</i> , über eine neue Varietät des Albaner Turmalin . .	304
18. <i>G. d'Achiardi</i> , Untersuchungen über toscanische Opale. Mit einer Textfigur	305
19. <i>Ders.</i> , Phosphoreszenz einiger Dolomite der Insel Elba	308
20. <i>Ders.</i> , Mineralien von Carrara	308
21. <i>E. Manasse</i> , chemische Analyse des Limonit vom Monte Valerio	309
22. <i>L. Fantappiè</i> , neue Mineralvorkommen des Ciminischen Gebietes	309
23. <i>G. Ongaro</i> , Analyse eines Zeoliths	310
24. <i>G. Dal Piaz</i> , über Analcim und andere Mineralien von Pendi-setta in den Euganeen	311
25. <i>J. Schincaglia</i> , Untersuchungen über Fluoreszenz in festen Körpern	311
<i>Ders.</i> , über Fluoreszenz in doppeltbrechenden Krystallen . . .	311
26. <i>D. Gernez</i> , Untersuchung der Dämpfe, welche die beiden Modifikationen des Quecksilberjodids aussenden	312
27. <i>G. Friedel</i> , neue Versuche über die Zeolithe.	313
28. <i>C. Friedel</i> , Analyse eines künstlichen Aluminium-Natrium-silikates.	314
29. <i>G. Friedel</i> , über ein neues Alumosilikat	314
30. <i>C. Friedel</i> und <i>E. Cumenge</i> , über ein neues Uranmineral . . .	315
31. <i>L. Michel</i> , über einen wismuthhaltigen Molybdänit	316
32. <i>F. Gonnard</i> , über eine Gruppe von Quarzkrystallen von Striegau	316
33. <i>Ders.</i> , krystallographische Studien an den Quarzen aus den Geoden der Oxfordmergel von Meylan (Isère)	316

Heft IV. (Geschlossen am 13. Februar 1901.)

XVII. <i>W. J. Lewis</i> und <i>A. L. Hall</i> , über einige bemerkenswerthe Combinationen am Kupferkies aus Cornwall. Mit 9 Textfiguren	321
XVIII. <i>W. J. Lewis</i> , über Grassmann's Methode der Axendarstellung und ihre Anwendung auf die Lösung gewisser krystallographischer Probleme Mit 2 Textfiguren	330
XIX. <i>R. W. H. T. Hudson</i> , über die Bestimmung der Positionen von Punkten und Ebenen nach einer Drehung um einen bestimmten Winkel und um eine bekannte Axé. Mit einer Textfigur.	339
XX. <i>A. Hutchinson</i> , über Stokesit, ein neues Zinnmineral von Cornwall. Mit einer Textfigur	345
XXI. <i>C. Viola</i> , zur Begründung der Krystalsymmetrien. Mit 10 Textfiguren.	353
XXII. <i>E. H. Kraus</i> und <i>G. Mez</i> , über topische Axenverhältnisse. Mit 2 Textfiguren	389
XXIII. <i>E. H. Kraus</i> , über einige Salze der seltenen Erden. Mit 27 Textfiguren.	397

XXIV. *Auszüge:*

1. <i>W. J. Pope</i> , Triboluminescenz	432
<i>A. S. Herschel</i> , Triboluminescenz	432
2. <i>M. W. Travers</i> , Ursprung der durch Erhitzen von Mineralien und Meteoriten entwickelten Gase.	432
3. <i>G. P. Bidder</i> , über Skelett und Klassifikation der Kalkspongien	432
4. <i>T. G. Bonney</i> , das Muttergestein des Diamanten in Südafrika.	433
5. <i>J. A. Ewing</i> und <i>W. Rosenhain</i> , mikrometallurgische Untersuchungen. 1. Spannungswirkungen	433
6. <i>F. Clowes</i> , Ausscheidung von Baryt als Cementmaterial in Sandstein	433
7. <i>J. H. Poynting</i> und <i>P. L. Gray</i> , ein Versuch, eine richtende Wirkung eines Quarzkrystalles auf einen zweiten nachzuweisen	434
8. <i>D. B. Brace</i> , über aehromatische Polarisation und differentiale Doppelbrechung	434
9. <i>B. V. Hill</i> , über zufällige Doppelbrechung in Flüssigkeiten	434
10. <i>E. A. Minchin</i> , über Ursprung und Wachsthum der triradialen und quadriradialen Nadeln in der Familie der Clathrinideen.	435
<i>Ders.</i> , lebende Krystalle	435
11. <i>J. H. Poynting</i> , die Erzeugung eines Halbschattenfeldes in einem Polarimeter durch zwei schief gestellte Glasplatten	435
12. <i>J. W. Gifford</i> , Veränderung der Brechungsexponenten mit der Temperatur bei Quarz und Calcit	435
13. <i>W. J. Sollas</i> , der Ursprung des Flintes	436
14. <i>F. J. Stephens</i> , neue Vorkommen von Gold in West-Cornwall	436
15. <i>H. Marshall</i> , Bemerkungen über krystallographisch mögliche Symmetrieaxen. Mit einer Textfigur	436
16. <i>J. Currie</i> , Notiz über die Feldspäthe von Canisp	437
17. <i>W. J. Pope</i> , Krystallform des Jodoforms. Mit einer Textfigur	437
18. <i>Ders.</i> , Krystallform einiger Camphersäurederivate	438
19. <i>Ders.</i> , Krystallform der Salze der Methantrisulfonsäure	441
20. <i>W. J. Lewis</i> , Krystallform des Brommethylfurfuraldehyds. Mit einer Textfigur	441
21. <i>W. J. Pope</i> , Eine Methode für das Studium der Polymorphie, und über die Polymorphie als Ursache einiger thermischer Eigenthümlichkeiten des Chloralhydrats. Mit 2 Textfiguren	442
22. <i>A. Lapworth</i> , Derivate der $\alpha\alpha'$ -Dibromkamphersulfonsäure	445
23. <i>D. L. Chapman</i> , allotropische Modificationen des Phosphors	446
24. <i>W. J. Pope</i> , Krystallform des Dimethyldihydroresorcinol	447
25. <i>Ders.</i> , Zerlegung von racemischem Kampheroxim. Mit 2 Textfig.	447
26. <i>Ders.</i> und <i>S. J. Peachey</i> , asymmetrische optisch-active Stickstoffverbindungen. Dextro- und Laevo- α -benzylphenylallylmethylammonium-Jodid und Bromid.	448

Heft V—VI. (Geschlossen am 18. März 1901.)

XXV. <i>G. Wulff</i> , zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen. Hierzu Taf. VII und 13 Textfiguren	449
XXVI. <i>Z. Weyberg</i> , Studien über relative Wachsthumsgeschwindigkeit der Krystallflächen	531

	Seite
XXVII. <i>Ch. Palache</i> , über einige Telluride von Colorado. Hierzu Taf. VIII, Fig. 1—6	539
XXVIII. <i>F. Zambonini</i> , mineralogische Mittheilungen.	
11. Natrolith vom Langesundfjord. Hierzu Taf. VIII, Fig. 7—10	549
12. Pyrosmalith aus der Bjelke-Grube (Nordmarken)	554
13. Apophyllit von der Seiser Alpe. Hierzu Taf. VIII, Fig. 11	561
XXIX. <i>P. von Susschinsky</i> , über den Cölestin aus dem Cementstein-Bergwerk bei Tegernsee in Bayern. Hierzu Taf. VIII, Fig. 12—18	563
XXX. <i>J. Beckenkamp</i> , zur Symmetrie der Krystalle. 10. Mittheilung. Mit 23 Textfiguren	569
15. Tridymit, Christobalit und Quarz	569
16. Hemimorphie von Quarz, Tridymit und Calcit	589
17. Ueber das Wesen der molekularen Richtkraft der Krystalle	596
18. Ueber die Structur von Steinsalz, Sylvin und Flussspath	605
XXXI. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>W. J. Pope</i> und <i>S. O. Peachey</i> , über die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch aktiver Säuren. — Tetrahydrochinaldin und dessen Derivate. Mit 6 Textfiguren	612
2. <i>W. J. Pope</i> und <i>E. M. Rich</i> , über die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch aktiver Säuren. — Tetrahydroparatoluchinaldin und dessen Derivate. Mit 6 Textfiguren	616
3. <i>W. J. Pope</i> und <i>A. W. Harvey</i> , Homogenität des dextro-kamphersulfonsauren Dextrolävo- α -phenäthylamin	620
4. <i>E. Cumenge</i> , über ein neues Mineral. Von Diestit	620
5. <i>P. Termier</i> , über die chemische Zusammensetzung und die optischen Eigenschaften des Leverrierit	620
6. <i>F. Stöber</i> , über eine Methode zur Zeichnung der Krystalle. Mit 13 Textfiguren	621
7. <i>F. Wallerant</i> , Verbesserung am Refractometer für mikroskopische Krystalle	627
8. <i>A. Qffret</i> und <i>H. Vittenet</i> , über drei krystallisirte Formen des <i>m</i> -Dinitrodiphenylcarbamid	627
9. <i>F. Lebeau</i> , Untersuchungen über das Beryllium und seine Verbindungen	629
10. <i>H. Goguel</i> , Krystallform des Kaliumplatooxalonitrit	629
11. <i>G. Wyruboff</i> , Krystallform des Trichlorbarbaloin	629
12. <i>Ch. Soret</i> , über die Bildung rechter und linker Krystalle optisch aktiver Substanzen	630
13. <i>A. Brun</i> , über die optischen Eigenschaften einiger Substanzen	630
14. <i>Ph. Pellin</i> und <i>A. Brocca</i> , Spektroskop mit fester Ablenkung	630
15. <i>P. Weiss</i> , über die Magnetisirung des Magnetkieses nach einer Ebene	631
16. <i>G. Lippmann</i> , Einstellungsmethode des Collimators	632
17. <i>F. L. Perrot</i> , über Termoëlektricität bei Krystallen	632
18. <i>F. Wallerant</i> , über die Ursache der Symmetrie und des Polymorphismus	633
19. <i>Derselbe</i> , über die angenäherten Symmetrieelemente und die Meroëdrie	636
20. <i>L. Duparc</i> und <i>F. Pearce</i> , Notiz über die Zusammensetzung der concentrischen Wachsthumzonen gewisser Plagioklase	636

	Seite
21. <i>C. Klement</i> , über uralitisirten Diallag aus den Ardennen. . .	637
<i>A. Wichmann</i> , über den Uralit der Ardennen	637
22. <i>P. Destinez</i> , über einen Quarzkrystall aus der unteren Steinkohlenformation (H_{1a}) von Souvré (Visé)	638
23. <i>H. Buttgenbach</i> , über eine neue Form des Calamins (Berichtigung)	638
24. <i>Derselbe</i> , schiefe Projection einfacher sowie verzwilligter Krystalle	638
25. <i>G. Césaro</i> , sind die Linear- und Winkelparameter in der schiefen Projection willkürlich? Einfache und von der Lage der Zeichnungsebene zum Axenkreuz unabhängige Methode zum Zeichnen der Zwillingskrystalle in schiefer Projection	639
26. <i>Derselbe</i> , über die krystallinische Structur der Kalkschale der Belemniten, der Seeigel und des Stieles einer Seelilie aus der Kreide von Glons	639
27. <i>G. Flink</i> , <i>O. B. Bøggild</i> und <i>Chr. Winter</i> , Untersuchungen über Mineralien von Julianehaab, gesammelt von <i>G. Flink</i> 1897, mit einleitenden Bemerkungen von <i>N. V. Ussing</i> . Hierzu Taf. IX und 5 Textfiguren	639
28. <i>J. C. Moberg</i> , über einige Calcitkrystalle von Nördmarken . .	691
29. <i>A. Hennig</i> , Apophyllit von Sulitelma	691
30. <i>A. E. Nordenskiöld</i> , Mikrolith von Skogböle	692
31. <i>E. Svedmark</i> , über die Gruben von Skrickerum	693
32. <i>Hj. Sjögren</i> , chemische Untersuchung einiger Mineralien von Klein-Arö und Ober-Arö im Langesundfjord	693
33. <i>E. D. Stratanowitsch</i> , Bestimmung der Plagioklase nach der neuesten Methode von Fedorow. Hierzu Taf. X und 1 Textfigur	694
34. <i>E. von Fedorow</i> und <i>W. Nikitin</i> , die Mineralien des Bogoslawsk'schen Bergreviers	697
35. <i>J. Antipoff</i> , eine neue Analyse des Bucklandits	699
36. <i>N. Orloff</i> , neuer Fundort des Berylls in der Nähe der mongolischen Grenze und der Stanitza Narassun	699
37. <i>S. Schemtschuschnikj</i> und <i>N. Kurnakoff</i> , Uebergang des Mirabilits in Thenardit	700
38. <i>L. Jatschewsky</i> , Festigkeitsuntersuchungen des Nephrits . . .	700
39. <i>Derselbe</i> , gediegenes Kupfer als färbendes Pigment	700
40. <i>J. Samojloff</i> , zur Frage über die Lagerungsverhältnisse und die Paragenesis der Eisenerze Central-Russlands	701
41. <i>P. Duplitzky</i> , über die Krystallform der Dextro-Kamphersäure-Acetonverbindung $2 C_{10} H_{16} O_4 \cdot (CH_3)_2 CO$. Mit 1 Textfigur .	701
42. <i>J. Samojloff</i> , Turjit und die ihn begleitenden Mineralien aus der Uspenskschen Grube, Südural	701
43. <i>P. Zemjatschensky</i> , zur Mineralogie des Kaukasus	702
44. <i>W. Zernoff</i> , über die Krystallform der Bromhexahydroorthotoluylsäure. Mit 1 Textfigur	703
45. <i>W. Vernadsky</i> , über die Krystallform des Dibenzolsulfonbenzilamid. Mit 1 Textfigur.	704
46. <i>J. Kovář</i> , chemische Untersuchung einiger Minerale aus der Gegend von Polička.	704
47. <i>A. Krejčí</i> , weitere Bemerkungen über einige Piseker Mineralien	705

48. <i>J. Kovář</i> , Mittheilungen aus dem Laboratorium der čecho-slavischen Handelsakademie in Prag	706
49. <i>Derselbe</i> , chemische Untersuchung einiger Mineralien von Vicz bei Bistritz am Pernstein in Mähren	706
50. <i>F. Smyčka</i> , Bericht über das erste mährische Meteorereisen von Alt-Bělá bei Mährisch-Ostrau	706
51. <i>J. Uličný</i> , neuer Fundort von Lepidolith in Mähren.	707
52. <i>F. Dvorský</i> , über die wichtigsten Mineralfundorte in Westmähren	707
53. <i>G. Moesz</i> , Krokoit von Tasmanien	707
54. <i>Derselbe</i> , Daten zur krystallographischen Kenntniss des Liévrits von Grönland.	708
55. <i>G. Melczer</i> , Calcit mit Fortwachsungen aus dem Ofener Gebirge	709
56. <i>J. Szúdeczky</i> , vom Vorkommen des Korunds in Ungarn	709
57. <i>E. Düll</i> , das Gold von Bösing	710
58. <i>L. Schmidt</i> , Daten über die alten Goldwäschereien in der Máramaros	710
59. <i>L. Mrazek</i> , Riebeckit- und Aegiringranit von Rumänien	710
<i>Autorenregister</i>	711
<i>Sachregister</i>	718
<i>Berichtigungen und Zusätze</i>	726



I. Die Symmetrie der Krystalle.

Die wirkliche Grundlage der 32 Symmetrieklassen.

Von

William Barlow in Stanmore, Middlesex.

(Mit 40 Textfiguren.)

Bei der Untersuchung von Krystallen liefert grossentheils nicht die äussere Form, sondern Eigenschaften der Krystallsubstanz, wie z. B. das Verhalten gegen polarisirtes Licht, die Verschiedenheit, mit welcher Lösungsmittel in verschiedenen Richtungen den Krystall angreifen etc.¹⁾, Aufschluss über den Grad der vorhandenen Symmetrie; man kann in der That sagen, keine Untersuchung über die Symmetrie einer solchen Substanz könne als vollständig gelten, welche nicht die Kennzeichen der inneren Symmetrie in Betracht zieht. Das hieraus sich ergebende Resultat widerspricht oft scheinbar der Symmetrie der äusseren Form oder ist damit doch nur schwierig in Einklang zu bringen; in vielen Fällen weist dieser Umstand darauf hin, dass das, was vorher als einheitlicher Krystall angesehen wurde, in der That eine Gruppe von Krystallindividuen ist, die symmetrisch zu einander angeordnet sind. Die Schwierigkeit erwächst dann weiter daraus, dass die Gruppierung der Krystalle gewöhnlich einen hohen Grad von Symmetrie zeigt, derart, dass die verschiedenen zwischengelagerten und eingeschobenen Individuen von niedrigerer Symmetrie mit ihren Flächenrichtungen so zu einander liegen, dass ihre Anordnung mehr oder weniger der eines einfachen Krystalls von höherer Symmetrie gleicht.

Die Tendenz, die äussere Form als das eigentliche Kennzeichen der Symmetrie zu betrachten, ergibt sich indessen aus dem Gebrauche des

1) Vergl. Sohncke in »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur« S. 3 und 4, woselbst folgende Definition eines Krystalles gegeben wird: »Ein Krystall ist ein homogener fester Körper, dessen geometrisches und physikalisches Gesamtverhalten nach den verschiedenen in ihm gezogenen Richtungen hin im Allgemeinen verschieden ist, und der bei ungestörter Ausbildung von ebenen Flächen begrenzt ist.«

Wortes »optische Anomalien«, ein Ausdruck, mit dem man einige der oben angedeuteten Widersprüche bezeichnet. Dieser Gebrauch verlangt von selbst, dass die Klassificirung der Krystalle nach ihrer äusseren Form zu geschehen hat und dass es als Ausnahme zu betrachten ist, wenn die innere Structur mit dem Ergebniss in irgend welcher Weise nicht übereinstimmt.

Wenn man jedoch fragt, ob es immer Brauch war, die Symmetrie in der Anordnung der Krystallindividuen, nicht die Symmetrie eines jeden Individuums für sich bei einer systematischen Klassificirung in Betracht zu ziehen, so ergibt die Antwort das Gegentheil — die Gruppierung der Krystallindividuen wurde immer für sich behandelt, und in ausgesprochener Weise wurde auf sie bei der Klassificirung keine Rücksicht genommen. Nur Unkenntniss der Natur der inneren Structur einer Gruppe verschieden orientirter Individuen, welche als ein einheitliches Individuum betrachtet wurden, hat zuweilen dazu geführt, die Form der Gruppe anstatt der Form des Individuums zur Grundlage bei der Klassificirung zu machen. Ein Beispiel hierfür ist der Leucit, dessen Krystalle früher als zum regulären System gehörend betrachtet wurden, während sie später als rhombische Zwillinge erkannt wurden.

In Anbetracht der eben angedeuteten Thatsache erscheint es einigermaßen bemerkenswerth, dass der wichtige Fortschritt, die 32 Symmetrieklassen aus Grundprincipien abzuleiten, auf die Krystallform und nicht auf die innere Structur gegründet worden ist. So definirt Gadolin in seiner klassischen Abhandlung über diesen Gegenstand die Gleichheit zweier Richtungen als abhängig von der Gleichheit ihrer Anordnung in Bezug auf die Flächen des Krystalles¹⁾. Nach Hessel²⁾, dem eigentlichen Entdecker der 32 Klassen, besteht die Krystallsymmetrie nur in der Gleichheit der gegenseitigen Lage von Linien und Flächen, welche dem Haüy'schen Gesetze der rationalen Indices folgen³⁾.

Ein gewichtiger Einwand, der gegen den Versuch, die Symmetrie einzig auf die Flächenrichtung zu beziehen, erhoben werden kann, ist der, dass Gruppierungen von Krystallen existiren, bei denen man, wenn man bloss die Flächen in Betracht zieht, die zusammengesetzte Structur nicht entdecken kann⁴⁾; davon abgesehen, ist noch ein Fall denkbar, in welchem

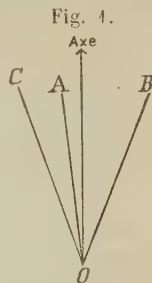
1) Gadolin, Mémoire sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques avec leurs subdivisions. Acta Soc. Scient. Fennica, 1867, 9 und separat. Helsingfors 1874. Uebersetzt von P. Groth, Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, Nr. 75, 1896.

2) Siehe L. Sohncke, Die Entdeckung des Eintheilungsprincipes der Krystalle durch J. F. C. Hessel. Diese Zeitschr. 1894, 18, 486.

3) Hessel's Krystallometrie in Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften. Nr. 88 und 89.

4) z. B. eine Gruppe von Krystallindividuen von Boracit im doppeltbrechenden Zustande.

durch Anwendung der Gadolin'schen Definition ein Krystall einer höheren Symmetrieklasse zugetheilt wird, als es die wirkliche innere Structur erlaubt. Der diesbezügliche Fall ist der von Gadolin erwähnte, bei welchem das, was nach seiner Definition der gleichen Richtungen eine trigonale Axe ist, nicht eine Krystallaxe ist¹⁾; derselbe sei im Folgenden erörtert.



Es seien drei Axen, auf die das Häüy'sche Gesetz der rationalen Indices angewendet werden kann, in einem Krystalle so angeordnet, dass sie die Kanten einer regulären dreiseitigen Pyramide bilden; die kleinsten Strecken OA , OB , OC , auf den drei Axen von der Spitze O der Pyramide aus dem Gesetze entsprechend gemessen, seien a , $\sqrt[3]{n} \cdot a$, $\sqrt[3]{n^2} \cdot a$, wobei n eine ganze Zahl, $\sqrt[3]{n}$ und $\sqrt[3]{n^2}$ aber irrational sind. Es ist dann leicht zu beweisen, dass ein solcher Krystall, wenn man einzig nach den Richtungen der Flächen, wie es Gadolin's Definition verlangt, entscheidet, trigonale Symmetrie besitzen wird, indem jeder Fläche zwei andere mögliche Flächen entsprechen, die hinsichtlich ihrer Richtungen in derselben Beziehung zu dem Axensysteme stehen. Solch eine Beziehung zwischen den Flächen bedingt jedoch nicht wirkliche trigonale Symmetrie; in der That, wenn man die Annahme Häüy's von der Existenz parallelepipedischer kleinster Theilchen²⁾ oder irgend eine andere Annahme molekularer Structur als die Ursache des Gesetzes der rationalen Indices gelten lässt, kann man leicht sehen, dass bei solchen Beziehungen zwischen den Parametern, wie sie eben gefordert wurden, die Dimensionen der kleinsten Theilchen der Masse in den drei verschiedenen Richtungen der drei Axen nicht dieselben sein können³⁾.

4) Gadolin's Herleitung aller krystallographischen Systeme, Ostwald's Klassiker d. exact. Wiss. Nr. 75, S. 57—59. Die von diesem Autor in seiner Einleitung gemachte Annahme, dass zwei Richtungen, welche zur äusseren Form in ähnlicher Beziehung stehen, identische physikalische Verhältnisse zeigen, ist nicht allgemein richtig; der von Gadolin selbst beschriebene Fall, auf welchen oben im Texte Bezug genommen wird, wäre eine Ausnahme davon.

2) Häüy wurde auf die Entdeckung des Gesetzes der rationalen Indices gebracht durch die Hypothese, die Krystalle besäßen eine aus kleinsten Theilen sich aufbauende Structur derart, dass sie immer geometrisch durch drei Systeme paralleler Ebenen in gleichorientirte, parallelepipedische, ideale Einheiten von gleicher Gestalt und Zusammensetzung getheilt werden können, und durch die weitere Annahme, dass Krystallflächen immer die Stellung von Ebenen haben, die durch die Mittelpunkte benachbarter Einheiten gingen und mit solchen Punkten dicht besetzt wären.

3) Für die Zwecke des Häüy'schen Gesetzes ist bei der Wahl der Längeneinheiten der verschiedenen Axen in irgend einem gegebenen Falle ein grosser Spielraum geboten; ist irgend ein Satz von passenden Einheiten gewählt, so ist es erlaubt, für eine derselben eine Einheit zu setzen, die ein ganzer Theil oder ein ganzes Vielfaches von ihr ist, ohne dabei die anderen zu ändern, und dies kann man wiederholen. Eine

Infolge dessen muss man erwarten, dass die in einem solchen Falle vorliegende trigonale Symmetrie nur bei einer kritischen Temperatur und anderen physikalischen Bedingungen bestehen kann und dass sie, wenn sie vorhanden ist, sich bloss in der Gleichheit der Winkel kundgiebt, nicht aber in anderen Eigenschaften, welche offenbar die Gleichheit verschiedener Richtungen bedingen und so gewöhnlich die Symmetrie anzeigen, d. h. in Eigenschaften, wie Krystallhabitus, Einfluss der Richtung auf die Licht- oder Wärmefortpflanzung oder auf chemische Lösungsmittel.

Ein Fall wie der eben beschriebene genügt, um zu zeigen, dass Gadolin's Definition nicht weit genug geht, um in allen Fällen mit der Wirklichkeit übereinzustimmen; nöthig ist eine Definition der Symmetrie der Krystalle, die in jeder Hinsicht mit der für diese Körper charakteristischen Variation der Eigenschaften mit der Richtung übereinstimmt¹⁾.

Gadolin's Methode hat sich, weil sie von Hypothesen absieht, von selbst Allen empfohlen, die sich mit dem Studium der Krystalle beschäftigen, sowohl denen, welche irgend eine hypothetische Grundlage für die Theorie dieser Körper annehmen, als auch denen, welche lieber alle hypothetischen Betrachtungen ausschliessen. Es entsteht nun die Frage: Kann der schwache Punkt in der Grundlage seines Satzes beseitigt werden, indem man eine präcisere Definition der gleichwerthigen Richtungen in einem Krystalle zu Grunde legt, ohne jede bloss hypothetische Annahme?

Die Antwort lautet: Eine Definition von der erforderlichen Strenge ist, wenn man zugiebt, dass der Stand wissenschaftlicher Forschung uns erlaubt, die Existenz einer molekularen Structur irgend welcher Art als bewiesen²⁾ zu betrachten, möglich und wurde thatsächlich im Wesentlichen bereits von Camille Jordan vor mehr als dreissig Jahren aufgestellt³⁾.

Denn wenn Moleküle vorhanden sind, so existiren in den kleinsten Räumen der Substanz Stellen mit verschiedenartiger Umgebung, und man

substituirt Einheit ist jedoch natürlich immer commensurabel mit der Einheit, von der sie hergeleitet wurde.

1) Es giebt Körper, welche wahrscheinlich ihre Existenz den Manifestationen derselben physikalischen Eigenschaften und Veränderungen verdanken, wie diejenigen, welche die Bildung gewöhnlicher Krystalle bewirken, aber deren Formen zeigen, dass sie nicht streng homogen sind, z. B. mikroskopische Krystalle, deren Oberflächen stark gekrümmt sind, ferner die sogenannten »flüssigen Krystalle« Lehmann's. Es ist vielleicht überflüssig zu bemerken, dass solche Körper, welche nicht dem Haüy'schen Gesetze folgen, ausserhalb des Zweckes dieser Untersuchung liegen, welche sich auf homogene Structur beschränkt.

2) Die Meisten betrachten das Gesetz der rationalen Indices als Beweis für die Existenz irgend einer Art molekularer Structur, und es ist kaum denkbar, dass das Haüy'sche Gesetz entdeckt worden wäre ohne die Annahme einer solchen Krystall-structur, wie es die seinige war.

3) Siehe unten S. 9.

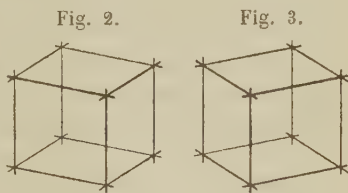
kann für die Homogenität eines starren Aggregates von Molekülen die folgende, ganz allgemeine Definition geben:

Fundamentaldefinition. Homogenität der Structur besteht in einer Gleichheit der kleinsten Theilchen oder Moleküle eines Körpers, sowohl hinsichtlich ihrer Natur als ihrer relativen Anordnung, und zwar in folgender Art: Entsprechend jedem mathematischen Punkte in der Masse findet sich gleichmässig vertheilt in endlichen Intervallen eine Anzahl von Punkten, deren Beziehung zu der (unbegrenzt gedachten) inneren Structur dieselbe ist, wie die des zuerst betrachteten Punktes, so dass das Bild dieser Structur, der Reihe nach von allen in dieser Weise correspondirenden Punkten aus gesehen, immer genau das gleiche ist, wenn auch die gleichen Bilder verschieden orientirt sein mögen¹⁾.

Wenn nun in einer solchen homogenen Masse zwei oder mehr Richtungen als gleich gefunden werden, so kann man ihre Gleichheit dadurch definiren, dass man sagt, sie seien gleich angeordnet in Bezug auf die Molekularstructur, oder genauer, sie seien die Richtungen gerader, unter einander nicht paralleler Linien, welche die Structur in gleicher Weise schneiden.

Zum Zwecke der Klassificirung können so definirte homogene Structuren, wie Gadolin's Systeme der Krystallflächen, in ein und dieselbe Klasse gestellt werden, wenn die Zahl und die Anordnung gleicher Richtungen bei ihnen dieselbe ist²⁾.

Die Gleichheit in der Lage zweier Richtungen zur homogenen Structur kann entweder bis zur wirklichen Identität gehen oder sie kann in bestimmten Fällen derart sein, dass der Anblick, den die Structur von der einen Richtung aus gesehen bietet, das Spiegelbild³⁾ ist von dem Anblick, den man von der anderen Richtung aus erhält. Was damit gemeint ist, möge ein Beispiel klar machen. In einem Systeme von durchsichtigen kubischen Zellen, die den Raum erfüllen, erscheint eine Zelle dem Auge in einer bestimmten Richtung gesehen wie Fig. 2 angeht, in einer an-



4) Ein Beispiel für die verschiedene Orientirung ein und desselben Bildes, wie man es von verschiedenen Punkten aus beobachten kann, erhält man, wenn man den Raum in gleiche reguläre dreiseitige Prismen theilt; die Structur der Masse zeigt, vom Centrum irgend eines Prismas aus gesehen, immer das gleiche Bild; aber von der Mitte eines Prismas der einen Stellung aus zeigt das Bild eine Orientirung, die entgegengesetzt ist der, die sich von der Mitte der Prismen der anderen Stellung aus darbietet.

2) Vergl. Gadolin, Mémoire etc. p. 25.

3) Der Ausdruck »Spiegelbild« schliesst nicht die Existenz einer Symmetrieebene

deren Richtung aber, die mit dieser enantiomorph gleich ist, zeigt sie das Bild, das in Fig. 3 gezeichnet ist. In der folgenden Abhandlung soll nun zunächst die identische Gleichheit und dann die spiegelbildliche oder enantiomorphe Gleichheit behandelt werden.

Richtungen identischer Gleichheit. Mögliche Verschiedenheit von Symmetrieaxen.

Zwei wichtige Eigenschaften ergeben sich bei der identischen Wiederholung derselben Anordnung, wie sie eben definirt wurde.

I. Eine so constituirte Masse kann geometrisch in identische Raumeinheiten getheilt werden¹⁾, die ebensoviel verschiedene Orientirungen zeigen, als die Anzahl der verschiedenen Orientirungen eines identischen Bildes der Structur, von einer Reihe homologer Punkte derselben aus nach und nach gesehen, beträgt.

Beweis. Es sei die Lage irgend einer solchen Reihe in gleicher Weise sich wiederholender geometrischer Punkte gegeben; die Anzahl ihrer Punkte sei so gross wie die irgend einer anderen solchen Reihe; jeder der Punkte sei in gleicher Weise durch eine Zelle von willkürlicher, aber gleicher Gestalt eingeschlossen; die Zellen seien gegenseitig so orientirt, dass das Bild einer jeden und das der aus den kleinsten Theilchen gebildeten Structur, von dem umschlossenen Punkte aus gesehen, dasselbe ist; ausserdem sei noch vorausgesetzt, dass die Zellen klein genug sind, um eine Durchdringung zu vermeiden.

Zunächst sollen sich alle diese Zellen gleichförmig und gleichmässig in jeder Richtung²⁾ ausdehnen, jedoch nur soweit, bis benachbarte Zellen aufeinander treffen, indem zwei einander sich nähernde Zellenoberflächen in ihrer Bewegung zum Stillstande gelangen, sobald sie sich berühren. Da die Bedingungen bei allen correspondirenden Punkten genau dieselben sind, so ergibt sich als Resultat, dass der ganze Raum mit erweiterten Zellen ausgefüllt wird, die, wie die ursprünglichen Zellen, alle identisch sind. Die Masse zeigt die Eigenschaft, dass das Bild der einschliessenden Zellen und

in sich oder drückt irgendwie die relative Orientirung der beiden gleichen Richtungen aus; er soll nur andeuten, dass das Bild, das die Gesamtheit der Krystalleigenschaften, in der einen Richtung gesehen, bietet, sich zu dem Bilde, das man in der anderen beobachtet, verhält, wie die rechte Hand zur linken. Die Gesamtheit der Krystalleigenschaften für sich, ohne Rücksicht auf die Stellung eines Beobachters, ist in solchen Fällen identisch mit ihrem eigenen Spiegelbilde (vergl. unten S. 30).

1) Diese Theilung kann nur eine ideale, in Wirklichkeit nicht mögliche, sein und nicht irgend einer denkbaren physikalischen Theilung entsprechen.

2) Da dies nur eine geometrische Operation ist, so ist natürlich der Umstand, dass der Raum mit dem Material von der homogenen Structur ausgefüllt ist, kein Hinderniss.

das des Aufbaues der Structur, von allen correspondirenden Punkten aus gesehen, dasselbe ist, wenn auch die identischen Bilder, ebenso wie die Zellen, verschieden orientirt sein können. Die schliessliche Eintheilung ist daher die verlangte.

Die auf diese Weise erhaltenen Zellen mögen Raumeinheiten¹⁾ genannt werden. Ein Beispiel für solche Raumeinheiten in der Ebene ist in Fig. 4 gegeben. Es ist hier ein symmetrisches Flächenstück von der eben definirten Structur durch die punktirten Linien in solche Einheiten getheilt.

Bevor wir die zweite wichtige Eigenschaft einer homogenen Structur feststellen, mögen zwei Sätze, die sich auf die eben erörterte Eigenschaft stützen, angeführt sein.

Satz 1. Jede Zelle oder Raumeinheit schliesst von jedem der verschieden liegenden mathematischen Punkte der Structur einen und nur einen ein; ausgenommen sind die Punkte auf der Zelloberfläche, die zwei oder mehr Zellen gemeinsam sind und von denen alle oder nahezu alle zweimal in jeder Zelle auftreten²⁾.

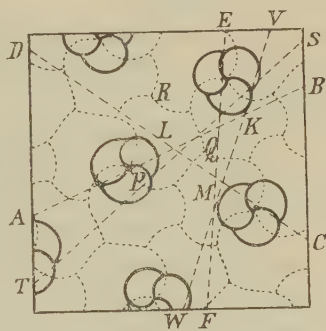
Beweis. Nach der Voraussetzung ist die Zahl der Zellen nicht kleiner als die Zahl identischer mathematischer Punkte irgend einer Reihe in der Structur. Daher kann irgend eine beliebige Lage nicht öfter als einmal in einer einzelnen Zelle vorkommen, da, wenn zwei Punkte in einer Zelle identisch wären, zwei solche Punkte in jeder Zelle vorhanden sein müssten, was zweimal so viel Punkte ausmachen würde, als die Anzahl der Zellen beträgt.

Satz 2. Die grösste Anzahl verschiedener Richtungen, die untereinander in einer gegebenen Structur identisch sein können, ist gleich der Zahl der Orientirungen ihrer Raumeinheiten; mit anderen Worten, gleich der Zahl der verschiedenen Orientirungen der Masse, die man ihr ohne Aenderung des in einer bestimmten Richtung gesehenen Bildes der Structur geben kann.

1) Schönflies nennt sie »einfache Fundamentalbereiche« und betrachtet ihre Eigenschaften als an den Molekülen haftend, aus denen die Structur besteht (siehe Krystallsysteme und Krystallstructur von Dr. Arthur Schönflies, Leipzig 1894, S. 372 und 616). Es sind jedoch in keiner Weise wirkliche oder physikalische Moleküle. Ihre Gestalt ist, wie sich aus der eben beschriebenen Methode, sie zu erhalten, ergibt, mehr oder weniger willkürlich.

2) Siehe Schönflies, Krystallsysteme und Krystallstructur, S. 372. Die Punkte auf der Oberfläche, welche nicht zweimal auftreten, sind diejenigen, die der Autor an einer anderen Stelle singuläre Punkte nannte (siehe diese Zeitschr. 1894, 23, 60). Solche Punkte sind *P*, *Q*, *R* in Fig. 4.

Fig. 4.



Beweis. Man ziehe eine Linie in irgend einer gegebenen Richtung, die man nach Belieben wählt; dieselbe schneide eine gewisse Raumeinheit. Da nach Satz 4 keine zwei Punkte in dieser Raumeinheit gleich sind, so kann keine zweite Linie gezogen werden, die die Raumeinheit in derselben Weise schneidet.

Wenn aber irgendwelche verschiedene Richtungen in der Masse identisch gleich sind, so muss es zu jeder geraden Linie, die man in einer dieser Richtungen zieht, ebensoviele correspondirende, verschieden gerichtete gerade Linien, die die Structur der Masse in genau der gleichen Weise schneiden, geben, als es Richtungen giebt, die mit der gegebenen identisch sind. Wenn daher eine dieser gleichwerthigen Linien eine der Raumeinheiten in bestimmter Weise schneidet, so wird jede andere irgend eine andere Raumeinheit in genau derselben Weise schneiden. So schneiden in dem eben erwähnten Beispiele verschieden gerichtete Linien AB , CD , EF drei verschiedene Raumeinheiten, KLM , und thatsächlich auch die Structur der aus kleinsten Theilchen zusammengesetzten Masse in der gleichen Weise.

Nun sind alle Raumeinheiten gleich und haben dieselbe Beziehung zur Structur; deshalb kann jede derselben durch eine Gerade in derselben Weise geschnitten werden. Diejenigen Linien, für die die zugehörigen in gleicher Weise durchschnittenen Raumeinheiten gleich orientirt sind, sind unter einander parallel; in verschieden orientirten Raumeinheiten aber sind natürlich die entsprechenden Linien verschieden gerichtet, wenn nicht die Richtung der letzteren eine Ausnahme bildet und die gleiche Lage gegen zwei oder mehr verschieden orientirte Raumeinheiten besitzt. Also ist der Satz bewiesen.

Es wurde erwähnt, dass homogene Structuren von derselben Ordnung sind, wenn Zahl und Anordnung gleicher Richtungen bei ihnen dieselbe ist. Nach dem Vorhergehenden kann man statt dessen, für den Fall, dass die Gleichheit der Richtungen bis zur Identität geht, auch sagen, Structuren gehören in dieselbe Klasse, wenn die verschiedenen Orientirungen ihrer Raumeinheiten dieselbe Art gegenseitiger Anordnung besitzen. Um also zu finden, welche Klassen möglich sind, müssen wir uns zunächst darüber Gewissheit verschaffen, welche verschiedene Arten relativer Anordnung für die verschiedenen Orientirungen der Raumeinheiten sich ergeben, wenn alle möglichen Typen homogener Structuren, deren Raumeinheiten von endlichen Dimensionen sind, in Betracht gezogen werden.

Die zweite wichtige Eigenschaft einer homogenen Structur liefert den ersten Schritt hierzu. Dieselbe besteht in Folgendem:

II. Für jede homogene Structur existirt eine Gruppe von Deckbewegungen; dieselbe umfasst jede Bewegung der ganzen Masse, die erforderlich ist, um jede Raumeinheit an die gleiche Stelle zu bringen, die anfangs eine andere Raumeinheit ein-

nahm, und ausserdem jede gerade Linie, die die Masse durchschneidet, an die Stelle irgend einer gleichwerthigen Linie, sodass der Aufbau der Structur, von einem bestimmten Punkte aus gesehen, vor und nach jeder Bewegung genau das gleiche Bild zeigt¹⁾.

Diese Eigenschaft folgt naturgemäss aus der gleichen Natur und Lage der identischen Raumeinheiten.

Nach der Theorie von Châles kann ein starres System durch irgend eine Schraubenbewegung aus einer Anfangsstellung in eine andere gegebene Endstellung gebracht werden. Nimmt man daher irgend zwei Raumeinheiten A und B an, so kann durch eine schraubenförmige Bewegung der ganzen Masse die Einheit A an denselben Platz gebracht werden, die anfangs B einnahm, wobei der Anblick, den die Structur von irgend einem bestimmten Punkte aus gewährt, vor und nach der Aenderung genau der gleiche ist. Die Schraubenbewegung kann man in zwei Componenten, eine Rotation und eine Translation, zerlegen. Die erstere allein bringt nur eine Aenderung in der Orientirung hervor, die erforderlich ist, um A an die Stelle von B und eine gerade Linie, die A durchschneidet, in die Richtung einer identischen durch B gehenden Linie zu bringen. Wenn das Bild der Structur, vom Mittelpunkte von A aus betrachtet, dieselbe Orientirung zeigt wie vom Centrum von B aus gesehen, so ist die Rotationscomponente der Bewegung gleich Null; diese Bewegung ist dann eine Translation.

Ein sehr einfaches Beispiel möge die Sache klar machen. Es sei der Raum symmetrisch in gleiche reguläre dreiseitige Prismen getheilt; die Orientirung der einen Hälfte der Prismen ist der der anderen entgegengesetzt. Will man eine Zelle genau an die Stelle einer anderen bringen, so genügt eine Translation, wenn die beiden Zellen gleich orientirt sind; es ist dagegen eine Schraubung oder eine Rotation nöthig, wenn die beiden Zellen verschieden orientirt sind. Man kann zwei beliebige gleiche Raumeinheiten einer homogenen Structur auswählen, um mit ihnen die beschriebene Deckbewegung auszuführen. Die Bewegung kann man in jeder Richtung vornehmen, d. h. von A nach B oder von B nach A . Alle diese für eine gegebene Structur möglichen Deckbewegungen machen zusammen, bei unendlicher Ausdehnung der Structur, die unendlich grosse Gruppe der erwähnten Bewegungen aus. Die Aenderung der Orientirung durch die Rotationscomponente einer dieser Bewegungen ist bestimmt, wenn die Richtung der Axe, sowie der Winkel und die Richtung der Rotation gegeben sind.

Satz 3. Um in einer gegebenen homogenen Structur die

1) Siehe: Mémoire sur les groupes de mouvements von C. Jordan. Annali di matematica pura ed applicata Serie II, Tomo II, 1868 al 1869. Milano p. 167.

verschiedenen Richtungen festzustellen, welche mit einer gegebenen Richtung identisch sind, genügt es, die letztere der Reihe nach einer jeden der Rotationen zu unterwerfen, welche als Componenten jener Bewegungen aus der Gruppe der erwähnten Bewegungen auftreten, die für irgend eine einzelne Raumeinheit anwendbar sind. So sind in Fig. 4 zwei Richtungen mit der Richtung AB identisch, nämlich die Richtungen CD und EF , die man durch Drehung um 120° , bezw. 240° erhält.

Beweis. Wenn zwei Richtungen in gleicher Beziehung stehen zur Structur, und wenn in einer derselben eine Gerade gezogen wird, die eine Raumeinheit schneidet, so entspricht derselben eine gerade Linie, welche, in der anderen correspondirenden Richtung gezogen, eine andere Raumeinheit in gleicher Weise schneidet. Daher bringt irgend eine jener Schraubenbewegungen aus der ganzen Gruppe, die bei der gewählten Raumeinheit möglich sind, die eine Linie in die anfängliche Lage der anderen.

Nun ändert die Translationscomponente dieser Bewegung nichts an der Richtung, und deswegen ist es die Rotationscomponente allein, welche die Richtung der einen Linie in die der anderen bringt.

Schraubungen aber, die dieselbe Rotationscomponente haben, d. h. deren Axen parallel sind und um denselben Winkel in derselben Richtung rotiren, bringen die gleiche Aenderung in der Orientirung hervor. Daher lassen sich nur durch Bewegungen mit verschiedener Rotationscomponente, von einer gegebenen Einheit ausgehend, verschieden orientirte Einheiten und die entsprechenden verschieden gerichteten Linien, die diese Einheiten schneiden, auffinden. Alle Richtungen, welche die gleiche Lage zur Structur wie irgend eine gegebene haben, werden daher aufgefunden, wenn die letztere den verschiedenen Deckdrehungen, die bei einer einzelnen Raumeinheit verwendbar sind, der Reihe nach unterworfen wird.

Satz 4. Die Symmetrie der Anordnung der verschiedenen, in Bezug auf die homogene Structur einer Masse gleichwerthigen Richtungen ist die gleichwerthiger Linien, die man durch die Mitte eines Körpers zieht, durch dessen Centrum Axen gehen, deren Richtung und Rotation mit den im letzten Satze erwähnten identisch sind, und keine anderen. So kann man für jede homogene Structur, in der zwei oder mehr Richtungen identisch sind, eine Bezugskugel mit in ihrem Centrum sich schneidenden Axen derart construiren, dass die Reihenfolge identischer Richtungen in dieser Kugel genau der in der homogenen Structur vorhandenen entspricht.

Beweis. Nach der Voraussetzung haben die Axen eines solchen Körpers genau die gleiche Richtung und Rotation, wie die Axen der Structur. Daher entspricht jeder Richtung in der Structur eine Gerade in demselben, welche denselben Winkel mit den Axen des letzteren bildet, wie die fragliche

Richtung mit der Richtung der Axen in der Structur. Man gebe einer gewählten Richtung, d. h. irgend einer in dieser Richtung gezogenen Geraden, die verschiedenen Bewegungen der Structur, so dass sich daraus andere gleichwerthige Linien oder Richtungen der Structur ergeben, und wende auf die entsprechende Linie in der centrirten Figur die Drehungen dieser Figur an.

Da die letzteren Rotationen die Orientirung genau so ändern, wie die Bewegungen der Structur, und nicht anders, so müssen die auf diese Weise bei der Kugel festgestellten Linien, wenn dieselbe entsprechend orientirt ist, genau dieselbe Richtung haben wie die Linien der homogenen Structur und daher auch dieselbe Anordnung gleicher Richtungen zeigen. Im Falle der Asymmetrie sind die Rotationscomponenten der Deckbewegungen alle gleich Null; es sind keine zwei identisch gleichen Richtungen vorhanden; alle Deckbewegungen sind bloss Translationen.

Da die dem Krystallographen zur Verfügung stehenden empirischen Methoden gegenwärtig noch nicht genügend ausgebildet sind, um direct eine Discontinuität der Substanz in Krystallen erkennen zu lassen, so kann man bei diesen Körpern nur die Verschiedenheit der Eigenschaften für eine Richtung, nicht aber eine Verschiedenheit von Punkt zu Punkt unterscheiden; deshalb sind das Einzige, was man bei den genannten Deckbewegungen an wirklichen Krystallen direct feststellen kann, die Rotationscomponenten, welche, wie eben erwähnt, die Natur der symmetrischen Wiederholung gleichwerthiger Richtungen bestimmen. Daher sind zum Zwecke der gewöhnlichen Eintheilung der Krystalle diese Rotationscomponenten, nicht die Translationscomponenten von Bedeutung, und es ist lediglich nothwendig, die Symmetrie der Richtungen zu verfolgen. Während es eine schwierige und langwierige Arbeit ist, noch weiter zu gehen und alle möglichen Varietäten von Typen der Deckbewegungsgruppen einer homogenen Structur festzustellen, ist es weit einfacher und kürzer, bloss die verschiedenen Rotationscomponenten dieser Bewegungen und ihre gegenseitige Anordnung zu untersuchen. Die erste langwierige Aufgabe, welche bis jetzt mehr theoretischen als praktischen Werth hatte, wurde sehr ausführlich von verschiedenen Forschern bearbeitet ¹⁾; der letztere, kürzere Weg führt in Verbindung mit dem Principe der spiegelbildlichen Wiederholung ²⁾ zur Ableitung der 32 Symmetrieklassen aus Grundprincipien. Darin allein besteht die Aufgabe der vorliegenden Abhandlung.

Um die 32 Symmetrieklassen abzuleiten, wird eine Methode angewandt,

1) Siehe »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur« von Dr. L. Sohncke, Leipzig 1879; Schönflies, »Krystallsysteme und Krystallstructur«; »Theorie der Krystallstructur« von E. von Fedorow, diese Zeitschr. 1895, 27, 209; siehe ferner diese Zeitschr. 23, 1 und 25, 86.

2) Siehe unten S. 30.

in der zum Theil die Beweise von Sohncke mit denen von Gadolin und Anderen combinirt sind.

Die folgenden zehn Sätze führen zur Lösung der Frage, welche Art von Axen in einer homogenen Structur möglich sind; einige dieser Sätze sind mit geringen Aenderungen von Sohncke¹⁾ übernommen.

Satz 5. Wenn sich in der Anzahl der Deckbewegungen einer homogenen Structur eine Schraubenbewegung oder eine Rotation findet, so erfordert die Existenz der Axe dieser Bewegung die Existenz weiterer damit identischer Axen, welche in irgend einer Weise gleichmässig über die ganze Masse vertheilt sind.

Dies ist eine directe Folge des Begriffes der Homogenität.

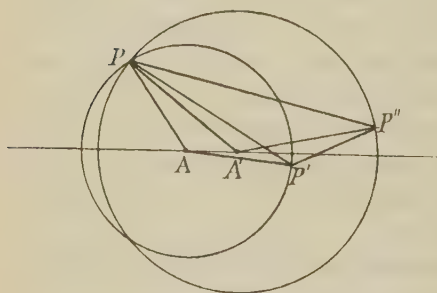
Satz 6. Unter den gleichen Axen giebt es entweder parallele oder solche, welche einen unendlich kleinen Winkel einschliessen. (Von den letzteren wird in Satz 9 jedoch gezeigt, dass sie unmöglich sind.)

Beweis. Die Zahl der Richtungen der gleichen Axen ist entweder eine endliche oder eine unendliche. Ist die Zahl endlich, so müssen einige Axen aus der unendlichen Zahl gleicher Axen, die sich in der unbegrenzten Structur finden, dieselbe Richtung haben, d. h. parallel sein. Im anderen Falle müssen einige Richtungen nur unendlich wenig von den anderen verschieden sein, d. h. sie müssen unendlich kleine Winkel mit einander bilden.

Satz 7. Zwei gleiche Axen, die entweder parallel oder nur unter einem unendlich kleinen Winkel gegeneinander geneigt sind (s. Satz 6), können im Vergleich mit molekularen Dimensionen nicht einen unendlich kleinen Abstand haben und sich in Folge dessen auch nicht schneiden.

Beweis. Es seien A und A' die Schnittpunkte der beiden Axen mit

Fig. 5.



der Ebene, die senkrecht zur einen derselben durch die Mitte irgend einer Raumeinheit gelegt ist; es sei Θ die Rotationscomponente der kleinsten Deckbewegung um diese Axen. Führt man die Deckbewegungen A und A' aus, so dass Punkt P im einen Falle nach P_1 , im anderen nach P_2 versetzt wird, dann müssen diese Punkte P_1 und P_2 , von denen jeder eine

Raumeinheit des Systems darstellt, im Falle paralleler Axen genau, im Falle nur wenig geneigter Axen aber nahezu in einer Ebene liegen,

1) »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur«, S. 37.

die mit der Ebene $AA'P$ parallel und davon um C entfernt ist, wobei C die Translationscomponente der beiden Bewegungen darstellt.

Die Projectionen der Punkte P_1 und P_2 auf die Ebene $AA'P$ seien P' und P'' . Es sind dann entweder genau oder sehr annähernd, je nachdem, die beiden Dreiecke APP' und $A'PP''$ und in Folge dessen auch die Dreiecke APA' und $P'PP''$ gleich. Nun sind P und P' zwei Punkte auf der Peripherie desselben Kreises; also kann die Strecke PP' nicht grösser sein als der Durchmesser $2AP$.

Daher kann AP , verglichen mit $P'P$, nicht unendlich klein sein; daher kann auch $A'A$, verglichen mit $P'P''$, nicht unendlich klein sein. Die letztere Strecke ist entweder gleich oder sehr nahe gleich der Strecke P_1P_2 , dem Abstände der Mittelpunkte zweier Raumeinheiten.

Satz 8. Nimmt man an, dass der kleinste Abstand je zweier Moleküle endlich ist, so kann keine Drehung der Structur einen unendlich kleinen Winkel oder auch keine Schraubung eine unendliche kleine Rotationscomponente besitzen.

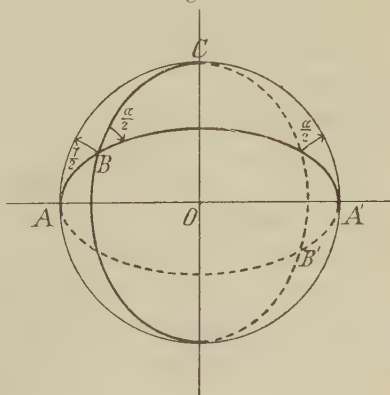
Beweis. Unter den gleichen Axen in Satz 5 wähle man solche aus, die entweder parallel oder in einem unendlich kleinen Winkel gegen einander geneigt sind; A und A' seien zwei solche und zwar im kleinsten Abstände von einander; derselbe muss nach Satz 7 endlich sein.

Durch Ausführung der Bewegung A entsteht von A' aus eine dritte Axe A'' , die auch zur gewählten Schaar gehört. Dann kann die Strecke $A'A''$, gemessen in einer Ebene senkrecht zu einer der Axen in A' , nicht merklich kleiner sein als die Strecke AA' , in derselben Weise gemessen, da die Axen A und A' einen kleinsten Abstand von einander haben und da dieser Abstand im Falle paralleler Axen genau, im anderen Falle mit grösster Annäherung in der genannten Ebene gemessen werden kann. Daher muss der Winkel $A'AA''$, welcher der Winkel der Rotation A ist, einen messbaren Werth haben (d. h. er darf nicht merklich kleiner sein als 60°).

Satz 9. Zwei gleiche Axen können keinen unendlich kleinen Winkel mit einander bilden.

Beweis. Zwei gleiche Axen schliessen nicht bloss die zu diesen Axen gehörende Deckbewegung in sich, sondern es folgt aus ihnen auch eine Deckbewegung, sei es eine Schraubung oder eine Rotation, die es gestattet, die Structur aus einer Anfangs- in

Fig. 6.



eine Endstellung zu bringen, die erreicht wird, wenn man die den beiden Axen eigenen Bewegungen nach einander ausführt¹⁾.

Die beiden Geraden AOA' und BOB' seien parallel den beiden Axen; ihr Schnittpunkt sei O ; sie sollen eine Kugel mit O als Mittelpunkt schneiden; α sei der Drehungswinkel der beiden gleichen Schraubenbewegungen um die beiden Axen. Man ziehe (Fig. 6) den grössten Kreis $ABA'B'$ und zwei andere grösste Kreise durch AA' und BB' , die mit $ABA'B'$ den Winkel $\frac{\alpha}{2}$ bilden; die beiden letzteren Kreise selbst schneiden sich in C und schliessen einen Winkel ACB gleich $\frac{\gamma}{2}$ ein. Wie sich nun aus dem bekannten Beweise von Euler²⁾ ergibt, ist die Aenderung der Orientirung, die man erreicht, wenn man zuerst die Rotation α um BB' und dann dieselbe Rotation um AA' in der in der Figur durch Pfeile angedeuteten Richtung ausführt, dieselbe, welche durch eine einzige Rotation γ um CO in der angedeuteten Richtung erreicht wird.

Aber die durch eine Schraubenbewegung hervorgebrachte Aenderung in der Orientirung eines Körpers kann man schon durch die Rotationscomponente allein ohne Translation erreichen. Da also die beiden Drehungen α die Rotationscomponenten der Schraubenbewegungen um die beiden gleichen Axen der Structur sind, so ist die gleichwerthige Rotation γ um CO die Rotationscomponente der äquivalenten Schraubenbewegung, welche, wie bereits erwähnt, eine Deckbewegung der fraglichen Structur ist.

Wenn nun die Neigung der beiden Axen unendlich klein ist, so wird die Strecke AB auf der Kugel, welche von den beiden den Axen parallelen Linien abgeschnitten wird, unendlich klein sein, verglichen mit den Dimensionen der Kugel; folglich wird der Winkel $\frac{\gamma}{2}$ und also auch der Winkel γ selbst unendlich klein sein. Nach Satz 8 aber ist das letztere unmöglich; also können auch die beiden Axen keinen unendlich kleinen Winkel einschliessen.

Satz 40. Unter den gleichen Axen einer homogenen Structur giebt es immer parallele.

Beweis. Nach Satz 6 giebt es entweder parallele Axen oder solche, die einen unendlich kleinen Winkel mit einander bilden; das letztere ist aber nach Satz 9 unmöglich; also ist das erstere bewiesen.

Satz 41. Der kleinste zu einer Deckaxe der homogenen Structur gehörige Drehungswinkel muss ein aliquoter Theil von 360° sein, d. h. wenn der Winkel gleich $\frac{360^\circ}{n}$ ist, muss n eine ganze Zahl sein.

1) Siehe S. 9.

2) Siehe »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur«, S. 34, III.

Beweis. Die Existenz einer Axe, sei es die einer Schrauben- oder die einer Rotationsaxe, deren kleinster Drehwinkel α ist, erfordert die Möglichkeit von Deckbewegungen, deren Rotationscomponenten die Winkel 2α , 3α u. s. f. haben, auch kann man eine Deckbewegung, die man nach einer Richtung ausführt, in der entgegengesetzten Richtung vornehmen. Es folgt dies aus der Betrachtung, dass das Bild des Systemes von irgend einem Punkte aus und seine Lage im Ganzen gegen bestimmte Richtungen durch eine Deckbewegung nie geändert wird, und dass eine Bewegung in der entgegengesetzten Richtung immer als eine Rückkehr zu einer früheren Stellung betrachtet werden kann.

Es sei $p\alpha$ der Winkel der Reihe 2α , 3α u. s. w., der nicht kleiner als 360° ist und möglichst nahe bei diesem Werthe liegt, wobei p eine ganze Zahl ist.

Dann giebt jeder Werth für $p\alpha$, der nicht genau 360° ist, eine mögliche Bewegung mit einer Rotationscomponente $p\alpha - 360^\circ < \alpha$. Dies widerspricht aber der Voraussetzung; also muss $p\alpha$ gleich 360° sein¹⁾.

Satz 42. Die ganze Zahl n , welche der Rotationscoefficient einer Axe ist ($\frac{360^\circ}{n}$ ist der kleinste Drehungswinkel), kann nicht grösser sein als 6.

Beweis. Unter den gleichen parallelen Axen, welche nach Satz 40 vorhanden sein müssen, wenn eine homogene Structur Axen enthält, seien A und A' zwei solche, deren Entfernung von einander a so klein wie der Abstand irgend welcher solcher Axen. Führt man dann die Bewegung A aus, so wird A' an die Stelle einer anderen Axe A'' gesetzt. Die Entfernung dieser Axe von A' kann nicht kleiner sein als AA' , da AA' ein kleinster Abstand ist. Daher kann in dem Dreieck $AA'A''$ der Winkel bei A nicht kleiner sein als einer der übrigen Winkel; d. h. mit anderen Worten, er kann nicht kleiner sein als 60° . Also kann n nicht grösser sein als 6.

Satz 43. Fünzfählige Axen sind unmöglich.

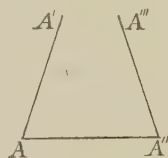
Angenommen, es existirten solche Axen, so würden einige von ihnen nach Satz 40 parallel sein. A und A'

(Fig. 7) seien zwei solche. Durch die Rotation $\frac{360^\circ}{5}$ um

A findet man eine dritte gleiche Axe A'' und in derselben Weise eine vierte A''' . Daher ist in der vierseitigen Figur $A'AA''A'''$ $A'A = AA'' = A''A'''$ und $\angle A'AA'' =$

$\angle AA''A''' = 72^\circ$, d. h. kleiner als 90° . Aber $A'A'''$ kann nicht kleiner sein als AA'' ; daher kann $\angle A'AA''$ und $\angle AA''A'''$ nicht kleiner sein als 90° , d. h. fünfzählige Axen sind unmöglich.

Fig. 7.



1) Gadolin, Mémoire etc. Uebersetzung in Ostwald's Klassikern u. s. w. S. 9.

Satz 44. Andere als zweizählige, dreizählige, vierzählige, oder sechszählige Axen sind unmöglich.

Beweis. Nach Satz 44 muss n eine ganze Zahl sein. Nach Satz 42 ist diese nicht grösser als 6. Nach Satz 43 kann sie nicht 5 sein. Da ferner für den Werth 4 beim Drehen keine zweite Stellung sich ergibt, so kann n nur 2, 3, 4 und 6 sein.

Bevor wir weiter betrachten, in welcher Weise die verschiedenen möglichen Axen combinirt sein können, muss zuerst auf eine wichtige Eigenschaft der oben definirten homogenen Structuren hingewiesen werden, die sie mit den Ansammlungen gleich orientirter Raumeinheiten identificirt, wie sie Haüy, Bravais und Andere annehmen und welche allgemein als in den Krystallen nothwendig existirend betrachtet werden.

Satz 45. Unter den Deckbewegungen einer homogenen Structur, deren kleinste Theilchen von endlichen Dimensionen sind, finden sich immer verschiedene Translationen, die nicht auf irgend eine Ebene beschränkt sind, indem die Masse geometrisch in gleiche endliche Theile, die gleich orientirt sind, getheilt werden kann¹⁾.

Beweis. Wenn die Structur keine Axen hat, sind ihre Deckbewegungen sämmtlich Translationen. Im anderen Falle kann man das Vorhandensein von Translationen senkrecht zu diesen Axen und in anderen Richtungen auf folgendem Wege beweisen.

Unter den vorhandenen Axen giebt es nach Satz 40 identische und parallele. A und A' seien solche Axen. Bringt nun eine bestimmte zu A gehörige Schraubung oder Drehung einen Punkt P nach P_1 , so charakterisirt die gleiche Bewegung auch A' und wird denselben Punkt P an die Stelle eines dritten Punktes P_2 bringen; die Punkte P_1 und P_2 , die so von P aus erhalten wurden, liegen in einer Ebene, senkrecht zu den Axen und werden in Bezug auf die Structur sich gleich verhalten. Ferner wird das Bild der Structur, von P_1 aus gesehen, dieselbe Orientirung zeigen wie das gleiche Bild von P_2 aus, da beide Deckbewegungen dieselbe Rotationscomponente haben; mit anderen Worten, die Structur ist einer Translation von P_1 nach P_2 fähig.

Andere parallele Axenpaare werden auf dieselbe Weise zur Entdeckung verschiedener anderer möglicher Translationen führen, die zu diesen Axen senkrecht sind.

1) Wenn nicht Asymmetrie vorliegt, sind dies nicht die auf S. 6 erwähnten Raumeinheiten. Sie bestehen in ihrer kleinsten Form aus ebensoviel anstossenden Raumeinheiten einer bestimmten Gestalt, als verschieden orientirte Einheiten vorhanden sind. Sie müssen nicht denselben Grad von Symmetrie besitzen wie die Structur, obgleich in den meisten Fällen die Theilung so ausgeführt werden kann, dass sie diesen Grad von Symmetrie zeigen.

Wenn das System weitere Axen von anderer Richtung besitzt, so erfordern diese ebenfalls die Existenz verschiedener dazu senkrechter Translationen. Im anderen Falle können identische Punkte, die nicht in derselben zu den Axen senkrechten Ebene liegen, zur Deckung gebracht werden entweder durch Schraubung um die vorhandenen Axen oder durch Translation; da die ersteren Translationscomponenten entlang den Axen haben, so müssen in allen Fällen noch andere Translationen vorhanden sein ausser denen, die senkrecht zur einen Axenreihe sind.

Daher können alle homogenen Structuren, sowohl die ohne wie die mit Axen, Decktranslationen in verschiedenen Richtungen unterworfen werden, die nicht einer einzelnen Ebene parallel sind. Die Grunddefinition, auf welcher diese Forderung beruht, verlangt, dass die Translationen sämmtlich endliche sind¹⁾.

Dass die Existenz dieser Translationen die Eigenschaft ergibt, dass die Masse geometrisch in identische, gleich orientirte Theile getheilt werden kann, soll auf folgende Weise gezeigt werden:

Man nehme drei Richtungen in der Structur an, die nicht in derselben Ebene liegen, in der Translationen möglich sind, und suche für einen beliebig angenommenen Punkt durch Wiederholung dieser Translationen eine Reihe entsprechender gleicher Punkte; die so erhaltenen Punkte bilden natürlich ein parallelepipedisches Gitter.

Alle Punkte desselben seien in gleicher Weise von gleichen und gleich orientirten Zellen umgeben; die einzelnen Zellen mögen so klein sein, dass sie sich nicht durchdringen, aber sonst beliebig gestaltet sein. Alle Zellen mögen sich dann auf einmal gleichförmig in jeder Richtung ausdehnen, aber nur soweit, bis die Wände benachbarter Zellen in ihrer Bewegung aufeinander treffen, gerade so wie bei der früher beschriebenen Eintheilung des Raumes (s. S. 6); das Resultat ist, dass die Zellen den ganzen Raum ausfüllen. Da in diesem Falle die Gleichheit der Bedingungen bei der Bildung der Zellen auch gleiche Orientirung mit einbegreift, so sind diese Zellen, abgesehen davon, dass sie gleich sind und gleiche Theile der Structur enthalten, alle gleich orientirt. Der obige Satz ist also bewiesen.

Zieht man eine gerade Linie durch zwei beliebige Punkte eines parallelepipedischen Gitters identischer Punkte, so sieht man leicht, dass diese Gerade durch eine unendliche Reihe von Punkten geht und dass, wenn zwischen den beiden Punkten keine weiteren Punkte liegen, der Abstand

1) Es giebt Fälle der homogenen Wiederholung, in welchen die Translationen nicht alle endlich sind. Die Structur des Säulenbasaltes, wenn man sie als ganz gleichmässig betrachtet, ist ein solcher Fall. Die Translation in einer Richtung wird unendlich klein, und obgleich eine solche Structur eine unendliche Gruppe von Deckbewegungen hat, ist sie doch nicht zu brauchen, weil sie nicht in endliche physikalische Einheiten theilbar ist.

zweier benachbarter Punkte auf der Geraden gleich dem Abstände der genannten Punkte ist. Solche Geraden und Ebenen, die durch eine Reihe gleicher und gleichgelegener Punkte gehen, mögen nach dieser Eigenschaft homogene Gerade oder homogene Ebenen von Punkten genannt werden. Die punktirten Linien *ST* und *VW* in Fig. 4 (S. 7) sind homogene Gerade.

Ableitung des Gesetzes der rationalen Indices.

Satz 46. Die gleichen und gleichorientirten Structurtheile im letzten Satze entsprechen den »molécules soustratives« von Haüy; sie erfüllen denselben Zweck, um dessentwillen er die letzteren einführte, die in der That nur eine specielle Form der eben beschriebenen Zellen sind. Aus der Existenz der in Satz 45 beschriebenen gleich orientirten Theile folgt das Gesetz der rationalen Indices, welche die Richtungen der homogenen Ebenen und der homogenen Linien von Punkten verbinden.

Beweis. Es wurde eben erwähnt, dass Punkte, von denen aus das Bild der Structur nicht nur das gleiche ist, sondern auch dieselbe Orientirung zeigt, immer ein parallelepipedisches Gitter bilden. Durch Einführung solcher Gitter kam Haüy auf das Gesetz der rationalen Indices; der experimentelle Beweis wurde von ihm durch spätere Beobachtungen erbracht. Er hat gezeigt, dass, wenn man irgend drei homogene Linien von Punkten in einem solchen Gitter, die sich in einem einzigen Punkte schneiden, als Axen annimmt, die Strecken, die auf jeder Axe durch die homogenen Ebenen von Punkten des Gitters abgeschnitten werden, in einem rationalen Verhältnisse stehen¹⁾.

Mögliche Verschiedenheiten in der gegenseitigen Anordnung von Richtungen, die zur Structur in derselben Beziehung stehen.

Es wurde oben erwähnt²⁾, dass homogene Structures, wenn man die Symmetrie der Richtungen allein in Betracht zieht, in dieselbe Klasse gehören, wenn die Zahl und Anordnung gleicher Richtungen dieselbe ist. Es wurde weiter gezeigt, dass für jede homogene Structur, bei der zwei oder mehr Richtungen gleich sind, eine Bezugskugel construirt werden kann mit einer oder mehreren Axen durch den Mittelpunkt, derart, dass die Zahl gleicher Richtungen (d. h. sowohl Linien wie Ebenen) in der Kugel genau der in der homogenen Structur vorhandenen entspricht³⁾.

Es ist daher für die vorliegende Frage unwesentlich zu wissen, welches in einem gegebenen Falle die relative Anordnung paralleler Axen sein mag. Alle Axen von einer gegebenen Richtung werden auf der Kugel durch eine einzige wiedergegeben, welche die Richtung der genannten Axen hat und Deckdrehungen besitzt, die alle die verschiedenen Aenderungen in

1. Haüy, *Traité de Minéralogie* 4804, 1, 283.

2) Siehe S. 5.

3) Siehe S. 40.

der Orientirung gerade wie die Bewegungen um diese Axen selbst hervor-zubringen gestatten.

Bei der homogenen Structur wie bei der Bezugskugel schliesst die kleinste Deckdrehung in der gegebenen Richtung alle Aenderungen der Orientirung in sich, die in dieser Richtung stattfinden; mit anderen Worten, diese Drehung bringt eine Aenderung in der Orientirung hervor, welche ein aliquoter Theil einer jeden dieser Orientirungsänderungen ist. Dies wird klar, wenn man bedenkt, dass eine kleinste Drehung α die Drehungen 2α , 3α u. s. w.¹⁾ erfordert und dass ausser diesen Rotationen andere nicht möglich sind; denn wenn solche Drehungen existiren würden, so wäre auch eine Rotation möglich, deren Winkel gleich der Differenz zwischen dem Winkel der letzteren und dem nächstliegenden der erwähnten Werthe $p\alpha$ ist; d. h. es wäre eine Rotation mit einem Winkel kleiner als α vorhanden; dies widerspricht aber der Annahme, dass α der kleinste Drehungswinkel ist.

Daher ist in der einfachsten möglichen Klasse von Fällen — in jenen, bei welchen die Axen der Structur nur eine einzige Richtung haben, — die Natur der Symmetrie der Richtungen nicht abhängig von der gegenseitigen Anordnung dieser Axen; die Symmetrieverhältnisse werden vollständig wiedergegeben durch eine Kugel mit einer einzigen Axe, deren kleinster Drehungswinkel die kleinste Rotationscomponente irgend einer Deckbewegung der Structur ist; d. h. bei einer Structur, deren Axen sechszählig, dreizählig und zweizählig und unter einander parallel sind, sind gleichwerthige Richtungen ebenso angeordnet, wie dies bei einer Bezugskugel mit einer einzigen sechszähligen Axe der Fall ist²⁾.

Diese Schlussfolgerungen sind im nächsten Satze über die symmetrische Anordnungen gleicher Richtungen einer Structur von der oben definirten Homogenität zusammengefasst.

Satz 47. Alle verschiedenen Typen symmetrischer Anordnung correspondirender Richtungen sind enthalten in der Reihe der durch eine Kugel dargestellten Typen, welche jede denkbare Art gleicher Wiederholung um einen Mittelpunkt zeigen, die sich mit den bei den fraglichen Structuren möglichen Axen d. h. mit keinen anderen als zweizähligen, dreizähligen, vierzähligen und sechszähligen Axen vereinbaren lässt³⁾.

Was die identische Wiederholung von Theilen und Richtungen betrifft, so besteht die erste Aufgabe darin, die vollständige Reihe der Typen

1) Siehe S. 45.

2) Der gleiche Schluss wie oben zeigt, dass, wenn eine Structur mehr als eine Art paralleler Axen besitzt, sie auch Axen besitzt mit einem Drehungswinkel, der gleich ist der Differenz der Drehungswinkel jener Axen, d. h. eine Structur mit zweizähligen und dreizähligen parallelen Axen muss auch sechszählige Axen besitzen.

3) Siehe Satz 44, S. 46.

der Bezugskugeln mit den genannten Axen zu finden und festzustellen, dass irgend eine homogene Structur einem jeden dieser Typen entspricht. Mit anderen Worten, wir müssen nachweisen, dass keiner dieser Typen für homogene Structuren unmöglich ist.

Fälle, in denen die Axen alle dieselbe Richtung haben.

Die einfachsten Typen der Wiederholung gleicher Richtungen sind jene, bei denen die Deckaxen alle gleich gerichtet sind. Bevor wir zu den Fällen übergehen, bei denen mehrere Axenrichtungen vorliegen, mögen folgende einfache Klassen aufgeführt sein:

Fig. 8.

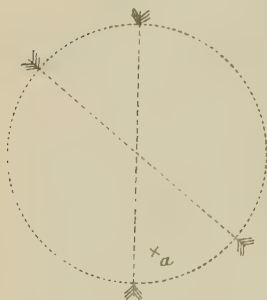


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.

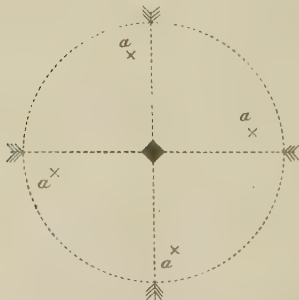
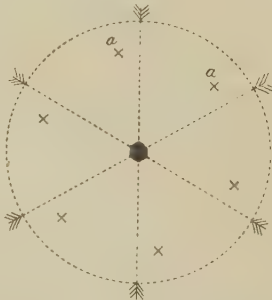


Fig. 12.



Asymmetrisch (keine Wiederholung)	Fig. 8 (Gadolins Fig. 58)
Eine einzige zweizählige Axe	- 9 (- - 44)
- - dreizählige -	- 10 (- - 53)
- - vierzählige -	- 11 (- - 35)
- - sechszählige -	- 12 (- - 50)

Alle diese Symmetrietypen finden sich in homogenen Structuren, da jedem derselben ein Structurtypus entspricht, welcher im Raume dessen Symmetrie wiederholt¹⁾. Um einen solchen Structurtypus zu erhalten, verfährt man auf folgende Weise:

¹⁾ Diese Art der Structur zeigen die Bravais'schen Ansammlungen,

Man construire ein Netzwerk von Punkten (Raumgitter), dessen Symmetrie die Symmetrie eines dieser Typen ist oder eine solche wenigstens einschliesst. Dann setze man an die Punkte desselben die Mittelpunkte einer Anzahl gleicher Körper von der Symmetrie des fraglichen Typus und sehe dabei darauf, dass diese Körper gleich und entsprechend orientirt sind. Man bilde etwa, um ein einfaches Beispiel zu nehmen, ein Raumgitter, dessen Punkte in den Ecken einer Anzahl gleicher regulärer dreiseitiger Prismen liegen, die symmetrisch an einander gepasst den Raum ausfüllen. Dann nehme man eine Anzahl gleicher Körper, die nur eine trigonale Axe haben, in gleicher Orientirung an, mit ihren Centren in den Punkten und mit ihren Axen zu den dreieckigen Schichten des Gitters senkrecht gestellt. Das nach der letzteren Darstellungsweise erhaltene System bildet einen Fall trigonaler Symmetrie mit einer einzigen Axenrichtung.

Die Combination der obigen fünf Arten der Wiederholung gleichwerthiger Richtungen mit spiegelbildlicher Wiederholung wird später betrachtet werden.

Fälle, bei denen Deckaxen in mehreren Richtungen vorhanden sind.

Satz 48. Sind Axen in mehr als einer Richtung vorhanden, so haben in wenigstens zwei Richtungen die Axen denselben Drehungswinkel.

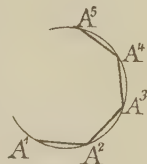
Haben zwei gegen einander geneigte Axen verschiedenen Drehungswinkel, so muss einer dieser Winkel kleiner sein als 180° . Führt man die zu einer solchen Axe gehörige Drehung aus, so findet man für die andere Axenart mindestens zwei Stellungen.

Satz 49. Sind Deckaxen in mehreren Richtungen vorhanden, so bilden die Punkte, in denen eine Reihe gleicher Axen die Oberfläche der Bezugskugel schneidet, die Eckpunkte eines regulären Polyäders, das man der Kugel einschreiben kann. Hierin sind auch die extremen Fälle von Polyedern vom Inhalte Null mit inbegriffen, deren Flächen zwei übereinstimmende reguläre Polygone sind, die einem grössten Kreise eingeschrieben sind.

Es sei A_1, A_2 auf der Kugel die Lage zweier Axen von dem gleichen Drehungswinkel Θ ; ihr Abstand sei ein Minimum und werde durch die Länge der Sehne a gemessen. Durch die Drehung A_2 findet man eine dritte Axe A_3 , die identisch mit A_1 ist; Sehne $A_1A_2 = A_2A_3 = a$ und der sphärische Winkel $A_1A_2A_3 = \Theta$. Auf dieselbe Weise findet man weitere Axen A_4, A_5 u. s. w. mit demselben Drehungswinkel, die alle auf dem durch die Punkte $A_1A_2A_3 \dots$ gehenden Kreise liegen; ausserdem sind die abwechselnden Axen identisch.

Eine der so gefundenen Axen wird mit A_1 zusammenfallen. Denn

Fig. 43.



setzt man den Process fort, bis man eine Axe A_n erhält, deren Entfernung von A_1 , wie vorher auf der Sehne gemessen, nicht grösser als a ist. Da aber a der kleinste Abstand zweier Axen derselben Art ist, so muss $A_n A_1 = a$ sein und A_{n+1} muss mit A_1 zusammenfallen.

Die Winkel an $A_1, A_2, A_3 \dots$ sind die Winkel eines regulären n -seitigen Polygons auf der Oberfläche der Kugel¹⁾.

Ein zweites identisches Polygon, das aber eine andere Lage hat, ausser wenn $\Theta = 180^\circ$, erhält man, wenn man die gleiche Reihe von Drehungen in der entgegengesetzten Richtung ausführt. Die Winkel dieses Polygons liegen ebenfalls auf der Oberfläche der Kugel.

Da der Drehungswinkel Θ ein aliquoter Theil von 360° ist (Satz 11), so möge $\Theta = \frac{360^\circ}{p}$ sein. Dann sind p identische Polygone von der beschriebenen Beschaffenheit rings um die Axe A_1 herumgruppirt, ohne dass sie sich überdecken. Da dasselbe auch bei den eben gefundenen Axen der Fall sein wird, so wird jedes Polygon vollständig von identischen Polygonen umgeben sein, die sich gegenseitig nicht überdecken. Daher kann in allen Fällen, wo mehr als eine Axe von gleicher Drehung vorhanden ist, ein reguläres Polyëder in die Kugel eingeschrieben werden, dessen Eckpunkte die Schnittpunkte dieser Axen mit der Kugeloberfläche sind.

Satz 20. Deckaxen von gleichem Drehungswinkel, die die Kugeloberfläche in den Ecken eines regulären Polyëders schneiden²⁾, erfordern die Existenz von Axen, die im Mittelpunkte senkrecht stehen zu den Flächen der Polygone und die als Drehungswinkel³⁾ den Winkel $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{n}$ haben, wobei n die Seitenzahl des Polygons ist.

Es seien wie vorher $A_1, A_2 \dots A_n$ die Ecken eines n -seitigen Polygons; Θ sei der kleinste Drehungswinkel der Axen, die durch diese Punkte gehen. Dann bringt eine Deckdrehung Θ um A_2 , die A_1 nach A_3 bringt, das Polygon $A_1 A_2 A_3 \dots A_n$ an die Stelle eines anstossenden gleichen Polygons, und eine gleiche Rotation Θ um A_3 , die A_2 nach A_4 bringt, lässt A_3 unbewegt und bringt das verschobene Polygon $A_1 A_2 A_3 \dots A_n$ in seine ursprüngliche Stellung zurück; jedoch liegt jetzt A_1 bei A_3 , A_2 bei A_4 ; mit anderen Worten, die Resultante der beiden Deckbewegungen ist eine Deckrotation um einen Winkel $2 \cdot \frac{360^\circ}{n}$ um eine Axe durch die Mitte des Polygons.

1) Vgl. Sohucke, Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur, Satz 11, S. 42.

2) Wie oben festgestellt wurde, sind Polyëder vom Inhalte Null mit zwei sich deckenden Flächen, die in einem grössten Kreise liegen, in diese Definition mit inbegriffen.

3) Dies ist nicht nothwendig der kleinste Winkel; ist er dies nicht, so muss er ein ganzes Vielfaches dieses Winkels sein.

Wenn $\Theta = 180^\circ$ und die Winkel des Polygons deshalb auf einem grössten Kreise liegen, dreht die Rotation, die A_1 nach A_i bringt, einfach das Polygon um, so dass es als Ganzes wieder denselben Raum bedeckt; die zweite Drehung um die durch A_i gehende Axe hebt die Umkehrung auf, indem die Ebene wie am Anfange bleibt, aber gedreht ist um den Winkel $2 \cdot \frac{360^\circ}{n}$ um eine Axe, die auf dem Polygon in seinem Mittelpunkte senkrecht steht.

Satz 21. Die einzigen regulären Polyëder, deren Ecken in der oben erwähnten Weise die Anordnung einer Reihe möglicher Axen¹⁾ wiedergeben, sind der Würfel, das Oktaëder und von den erwähnten speciellen Fällen diejenigen, deren übereinstimmende Flächen reguläre Polygone mit 4, 6, 8 oder 12 Seiten sind.

Die anderen regulären Polyëder, wie das Tetraëder, das Pentagondodekaëder, das Ikosaëder und von den speciellen Fällen die nicht aufgezählten, sind ausgeschlossen und zwar

a) Das Tetraëder, weil jede seiner vier Axen den Bezugskreis in zwei Punkten schneidet und weil in Folge dessen die Kante des Würfels, der durch die so erhaltenen acht Punkte bestimmt ist und nicht eine Tetraëderkante die kleinste Sehne a zwischen zwei Axen²⁾ darstellt und eine Polyëderkante bildet.

b) Das Pentagondodekaëder ist ausgeschlossen, weil hier $n = 5$ wird und in Folge dessen $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{n} = 144^\circ$ ist.

Denn die Winkel $2\varphi = 288^\circ$ und $360^\circ - 2\varphi = 72^\circ$ würden, wenn φ diesen Werth besässe, auch Drehungswinkel der fraglichen Axen sein. Der Werth 72° für den kleinsten Drehungswinkel ist aber unmöglich, weil er keinem der kleinsten möglichen Drehungswinkel von Satz 14 entspricht.

c) Das Ikosaëder ist unmöglich, weil es einen Winkel $\Theta = 72^\circ$ liefert, welcher Werth für einen Drehungswinkel, wie eben erwähnt, unmöglich ist.

d) Was die speciellen Fälle betrifft, d. h. diejenigen Fälle, bei denen nur zwei sich deckende Polygone vorhanden sind, so ist der Werth $n = 3$ unzulässig, weil jede der drei zweizähligen Axen, die durch die Ecken des gleichseitigen Dreiecks gehen, die die beiden Flächen darstellt, die Kugel in zwei Punkten schneidet. a , die kleinste Sehne zwischen den Axen, ist daher die Seite eines regulären Sechsecks und nicht die eines gleichseitigen Dreiecks; d. h. wenn drei Axen sich unter einem Winkel von 120° schneiden, so ist das durch sie bestimmte Polygon ein Sechseck und kein Dreieck. Andere Werthe für n ausser 4, 6, 8 oder 12 liefern für den Drehungswinkel φ der Hauptaxe

1) Siehe S. 16.

2) Siehe S. 21.

des Systems unzulässige Werthe, da $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{n}$ und $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ und 180° die einzig möglichen Werthe des kleinsten Drehungswinkels sind (Satz 14).

Satz 22. In einem Systeme von Axen

a) giebt es nicht mehr als eine sechszählige Axe.

b) Sind mehrere vierzählige Axen vorhanden, so werden die Punkte, in denen eine Reihe von ihnen die Kugeloberfläche schneidet, die Ecken eines Oktaëders bilden.

c) Sind mehrere dreizählige Axen vorhanden, so ist die Lage einer Reihe von ihnen durch die Ecken eines Würfels angegeben.

Bei zweizähligen Axen ist eine weit grössere Mannigfaltigkeit möglich.

Dass mehrere sechszählige Axen unmöglich sind, wird dadurch bewiesen, dass Axen dieser Ordnung nicht unter denen zu finden sind, die die Ecken eines der nach Satz 19 möglichen Polyëder bestimmen.

Durch vierzählige Axen werden die Ecken nur eines Polyëders bestimmt, nämlich die des Oktaëders. Sind daher mehr vierzählige Drehungsaxen vorhanden, so müssen sie allein auf diese Art polyëdrisch angeordnet sein.

Was die dreizähligen Axen betrifft, so ist das einzig mögliche Polyëder, dessen Ecken durch eine Reihe solcher Axen bestimmt werden, der Würfel (Satz 21).

Aufzählung der Fälle mit mehreren Axen ohne spiegelbildliche Wiederholung.

Da wenigstens eines der in Satz 21 genannten Polyëder in jedem Systeme mit mehreren Axen vorhanden sein muss, so werden alle diese Systeme vollständig bestimmt, wenn man jeden möglichen Fall, in welchem eines dieser Polyëder gebildet wird, betrachtet.

Bei dieser Untersuchung sind die Fälle ohne spiegelbildliche Wiederholung zuerst in Betracht gezogen.

Die Fälle werden in der in Satz 21 angegebenen Reihenfolge behandelt.

1) Wenn das durch eine Reihe von Axen von demselben Drehungswinkel bestimmte Polyëder ein Würfel ist, so ist $n = 4$; $\Theta = 120^\circ$; $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{4} = 180^\circ$.

Die Axen, die nothwendig aus einer solchen polyëdrischen Anordnung sich ergeben, sind vier dreizählige Axen in der Richtung der Würfel-diagonalen und drei zweizählige Axen durch den Mittelpunkt gegenüberliegender Würfelflächen. Da alle Axen aus jeder dieser Reihen durch Deckdrehungen des Systems zur Deckung gebracht werden, so sind die Axen einer jeden Reihe identisch.

Der Typus, der keine andere Deckdrehung als diese besitzt, ist in Fig. 14 (Gadolin Fig. 29) dargestellt.

Es frägt sich, ob ein Typus möglich ist, der neben diesen Deckdrehungen noch andere besitzt.

Da die Würfelkante a der kleinste Abstand zwischen zwei dreizähligen Axen ist und da auf der Oberfläche der Bezugskugel kein Punkt existirt, dessen Entfernung von einem Würfeck nicht kleiner als dieser Abstand wäre, so sind natürlich weitere dreizählige Axen unmöglich.

Es ergibt sich, dass weitere Drehungsaxen so angeordnet sein müssen, dass durch die zu ihnen gehörige Bewegung der fragliche Würfel mit sich selbst zur Deckung kommt. Daher müssen weitere solche Axen entweder durch den Mittelpunkt einer Fläche oder durch den Mittelpunkt einer Kante des Würfels gehen.

Wenn man eine der zweizähligen Axen, die schon durch den Mittelpunkt der Flächen gehen, in eine vierzählige verwandelt oder wenn man eine zweizählige Axe hinzufügt, die durch den Mittelpunkt zweier gegenüberliegender Würfelkanten geht, so ist die geforderte Bedingung erfüllt und kann auf keine andere Weise erfüllt werden.

Macht man aus einer zweizähligen Axe eine vierzählige, so erfordert die Existenz der übrigen Axen nothwendig, dass aus jeder der drei zweizähligen Axen eine vierzählige wird; wenn man eine zweizählige Axe durch den Mittelpunkt gegenüberliegender Würfelkanten zieht, so ergeben sich nothwendig fünf weitere zweizählige Axen, welche die übrigen zehn Würfelkanten in der gleichen Weise schneiden.

Combinirt man ferner die Drehung um eine vierzählige Axe mit einer solchen um eine dreizählige, so ist die Resultante eine Drehung um eine der zweizähligen durch die Kantenmittelpunkte gehenden Axen¹⁾. Folglich erfordert die Einführung einer vierzähligen Axe sechs weitere zweizählige Axen, d. h. diese Axen sind von einander nicht unabhängig.

Ist daher das Polyëder ein Würfel, so giebt es nur einen Typus mit weiteren Deckbewegungen ausser denen des zuletzt genannten Typus, nämlich den in Fig. 15 (Gadolin Fig. 27) dargestellten Fall, wo

Fig. 14.

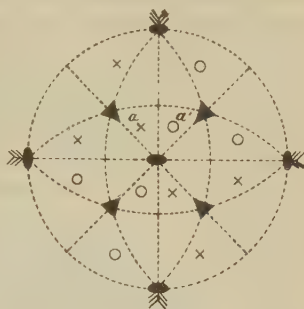
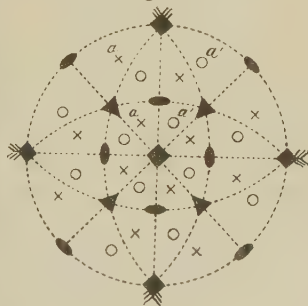


Fig. 15.



1) Betreffs des Beweises eines ähnlichen Satzes siehe S. 22. Vergl. Sohncke's »Entwicklung einer Theorie der Krystallstructur« S. 34.

aus den drei zweizähligen Axen vierzählige geworden sind und wo neue zweizählige Axen hinzugetreten sind, die durch den Mittelpunkt der Würfelkanten gehen. In diesem Falle sind ebenfalls aus den beim letzten Beispiele angegebenen Gründen die Axen jeder Art identisch.

2) Oktaëdrische Anordnung.

Wenn das durch eine Reihe von Axen mit gleichem Drehungswinkel bestimmte Polyëder ein Oktaëder ist, so ist $n = 3$; $\Theta = 90^\circ$; $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{3} = 240^\circ$. Ein Drehungswinkel von 240° erfordert einen solchen von $360^\circ - 240^\circ = 120^\circ$. Die aus dieser Art polyëdrischer Anordnung nothwendig sich ergebenden Axen sind daher drei vierzählige Axen, welche durch die gegenüberliegenden Ecken des Oktaëders gehen und vier dreizählige Axen, welche durch den Mittelpunkt gegenüberliegender Flächen gehen.

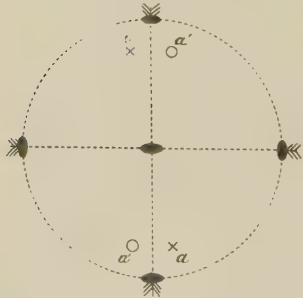
Dieser Typus ist mit dem zuletzt beschriebenen identisch; zweizählige Axen, die die zwölf Oktaëderkanten halbiren, sind gleich jenen Axen im letzten Beispiele, die die Würfelkanten halbiren und folgen, wie schon erwähnt, aus der Existenz der übrigen Axen. Dasselbe Verfahren wie oben zeigt, dass weitere Axen nicht möglich sind, wenn das durch die Axen in der beschriebenen Weise bestimmte Polyëder ein Oktaëder ist.

Zunächst kommen die speciellen Fälle von Polyëdern vom Inhalte Null, die zwei gleiche Polygone als Flächen haben. Bei allen diesen ist $\Theta = 180^\circ$, d. h. die Axen, die durch die Polyëderecken gehen, sind immer zweizählige; sie liegen in der Ebene der Polygone.

3) Fälle, in denen das Polygon ein Quadrat ist.

Hier ist $n = 4$; $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{4} = 180^\circ$.

Fig. 16.



Im einfachsten Falle sind also drei zu einander senkrechte zweizählige Axen und keine anderen vorhanden; die zweizähligen Axen sind also alle verschieden in Bezug auf das System. Diesen Typus zeigt Fig. 16 (Gadolin Fig. 38). Je zwei der drei fraglichen Axen schneiden die Bezugskugel in den vier Ecken eines einem grössten Kreise eingeschriebenen Quadrates.

Ob ein System existirt, das neben diesen genannten Axen noch andere besitzt, ergibt folgende Erörterung.

Da der einzige Punkt auf der Kugel, dessen Abstand von den Ecken eines Quadrates gleich der Seite a desselben ist, der Schnittpunkt der dritten Axe (q) ist, so können weitere zweizählige Axen als diese drei nicht vor-

handen sein. Folglich sind nur solche Drehungen weiter möglich, die das System mit sich selbst zur Deckung bringen.

Die Axe einer weiteren Drehung kann mit keiner dieser drei Axen zusammenfallen. Denn die einzige weitere Drehung um eine dieser Axen, welche sie zur Deckung bringen würde, erhält man durch Verwandlung einer zweizähligen Axe in eine vierzählige. Eine solche vierzählige Axe ist aber im vorliegenden Falle ausgeschlossen, weil sie weitere zweizählige Axen erfordern würde. Denn die Resultante einer solchen vierzähligen und einer der vorhandenen zweizähligen Axen ist eine zweizählige Drehungsaxe, die mit den vorhandenen zweizähligen Axen einen Winkel von 45° bildet¹⁾.

Die einzige weitere mögliche Drehung, welche das System zweizähliger Axen zur Deckung bringen würde, ist eine Drehung um Axen, die von zweien oder dreien dieser Axen gleich weit entfernt sind. Axen aber, die von zweien gleich weit entfernt sind, sind unmöglich, weil dies zweizählige Axen wären. Es bleibt also nur noch die Möglichkeit dreizähliger Axen in gleicher Entfernung von drei zweizähligen Axen. Dieser Fall, welcher allein vereinbar ist mit zwei zweizähligen Axen, die durch die Ecken eines Quadrates gehen, in dessen Ebene sie liegen, wurde schon auf anderem Wege abgeleitet²⁾.

4) Das Polygon ist ein Sechseck; dann ist $n = 6$, $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{6} = 120^\circ$.

Der einfachste Fall sind hier drei zweizählige Axen in einer Ebene, die sich unter einem Winkel von 60° schneiden, und eine dazu senkrechte dreizählige Axe. Fig. 47 (Gadolins Fig. 47).

Ob irgend ein Fall dieser polygonalen Anordnung möglich ist, wo ausser den eben genannten Axen noch andere vorhanden sind, ergibt sich aus Folgendem:

Ist eine weitere Axe vorhanden, so erfordert die Anwesenheit der dreizähligen zur Ebene der zweizähligen senkrechten Axe wenigstens zwei weitere mit ihr identische Axen.

Nun sind in dem auf S. 25 beschriebenen und in Fig. 15 dargestellten Systeme sechs zweizählige Axen vorhanden. Die zwölf Punkte, in denen sie die Oberfläche der Bezugskugel schneiden, sind die zwölf Kantenmittelpunkte eines Würfels, dessen Kanten die Kugel berühren. Die zwölf Punkte kann man als in drei parallelen Ebenen liegend betrachten, die senkrecht

Fig. 47.



1) Der Beweis ist im Wesentlichen der auf S. 22 für den Werth von φ angegebene.

2) Siehe oben S. 24 und Fig. 14.

sind zu einer der dreizähligen Axen des Systems; sechs dieser Punkte liegen auf der mittleren, je drei auf den beiden anderen Ebenen. Dies ist die einzige Möglichkeit, wie im Falle der vorliegenden polygonalen Anordnung zweizählige Axen hinzutreten können.

Sind die auf der mittleren Ebene liegenden Axen die drei zweizähligen Axen der polygonalen Anordnung, und hat der gegenseitige Abstand, gemessen durch die Seiten des durch die Schnittpunkte mit der Kugeloberfläche bestimmten Sechsecks, den kleinsten Werth a , so hat natürlich jede der drei anderen zweizähligen Axen den nämlichen kleinsten Abstand von den beiden anderen und auch von zwei der vorigen drei Axen. Bei irgend einer Abweichung von dieser gegenseitigen Lage würde wenigstens einer der vier Abstände kleiner werden als das Minimum. So wäre, wenn die hinzugekommenen Axen weiter von der mittleren Ebene entfernt wären, der Abstand dieser drei Axen kleiner als das Minimum; wären sie näher an dieser Ebene, so wären wenigstens die anderen Abstände kleiner.

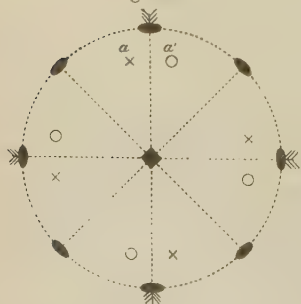
Es bleibt noch die Frage, ob das System auf einem anderen Wege erweitert werden kann, während a fortwährend ein Minimum bleibt.

Nach Satz 22 ist jede Lage für eine weitere Axe höherer Ordnung ausgeschlossen ausser der Lage, die solche Axen in dem eben beschriebenen erweiterten Systeme einnehmen. Was dann weiter noch in Betracht kommt, ist die Möglichkeit, die dreizählige Axe in eine Axe höherer Ordnung, nämlich in eine sechszählige, zu verwandeln. Dies ist aber unmöglich, weil die Resultante der Drehung um eine solche Axe und die Drehung um eine der drei zweizähligen Hauptaxen eine zweizählige Axe wäre, die den von diesen Axen eingeschlossenen Winkel von 60° halbirt¹⁾; dann wäre aber a kein Minimum.

Daher sind die beiden beschriebenen Typen allein möglich für die fragliche Anordnung zweizähliger Axen.

- 5) Das Polygon ist ein Achteck; dann ist $n = 8$; $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{8} = 90^\circ$.

Fig. 48.



Der einfachste Fall sind vier zweizählige Axen in einer Ebene und eine dazu senkrechte vierzählige; diese Anordnung zeigt Fig. 48 (Gadolin Fig. 32).

Dass kein weiterer Fall dieser polygonalen Anordnung zweizähliger Axen möglich ist, d. h. dass eine weitere Axe oder eine andere Drehung um eine der vorhandenen Axen nicht existiren kann, wird im Folgenden bewiesen.

Zunächst ist zu beachten, dass eine weitere zweizählige Axe in der Ebene der vier zwei-

1) Siehe den Beweis des allgemeinen Satzes 20, S. 22.

zähligen Axen des einfachsten Falles ausgeschlossen ist, weil die Sehnen a , welche die Seiten des Achtecks bilden, Minima sind.

Würde man weiterhin eine andere Axe hinzufügen, so würde dies mehrere vierzählige Axen erfordern. Sind aber mehr als eine vierzählige Axe vorhanden, so müssen es nach Satz 22 drei auf einander senkrechte sein ¹⁾. Zwei davon müssen also in der Ebene der vier zweizähligen Axen liegen. Aber eine irgendwo in dieser Ebene gelegene vierzählige Axe wäre nahe genug an einer zweizähligen Axe, um vier zweizählige Axen zu erfordern, deren Abstand kleiner als das Minimum a wäre. Daher ist weder eine tetragonale, noch eine andere Axe in einer nicht schon voraus besetzten Lage möglich.

Die vierzählige Hauptaxe kann nicht in eine Axe höherer Ordnung verwandelt werden, weil eine solche überhaupt unmöglich ist; daher kann keine weitere Axe hinzukommen.

6) Das Polygon ist ein Zwölfeck; dann ist $n = 12$; $\varphi = 2 \cdot \frac{360^\circ}{12} = 60^\circ$.

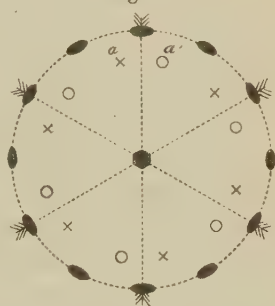
Der einfachste Fall sind sechs zweizählige Axen in einer Ebene und eine dazu senkrechte sechszählige; derselbe ist in Fig. 19 (Gadolin Fig. 44) dargestellt.

Da eine weitere zweizählige Axe in der Ebene der schon vorhandenen nicht möglich ist, und eine andere irgendwo gelegene Axe mehrere sechszählige erfordern würde, was aber nach Satz 22 unmöglich ist, so ist für diese polygonale Anordnung eine weitere Möglichkeit nicht gegeben.

Dies vervollständigt die Reihe der Typen gleicher Wiederholungen um ein gegebenes Centrum für den Fall, dass mehrere Axen vorhanden sind. Die gleiche Methode wie die auf S. 20 angegebene führt zur Entdeckung der einer jeden derselben entsprechenden homogenen Structur. Die Typen sind in Fig. 14—19 dargestellt; spiegelbildliche Gleichheit ist hier nicht vorhanden.

Mit den vorher beschriebenen fünf Fällen zusammen giebt es, wenn man von der spiegelbildlichen Wiederholung gleicher Richtung der Structur absieht, im Ganzen elf Typen, nämlich einen asymmetrischen und zehn andere Typen, welche verschiedene, in Bezug auf die Structur gleichwerthige Richtungen haben.

Fig. 19.



¹⁾ Siehe S. 24.

Spiegelbildliche¹⁾ Gleichheit von Theilen.

Wie schon erwähnt²⁾, kann die Gleichheit entsprechender Theile bis zur Identität gehen oder sie kann in spiegelbildlicher Gleichheit bestehen. Um den Ueberblick zu vervollständigen, müssen wir uns jetzt zu den Fällen wenden, bei welchen spiegelbildliche Gleichheit der Theile vorliegt, indem die entsprechenden Theile, entweder Punkte oder Richtungen mit gleicher Lage, in zwei Reihen eingetheilt werden können derart, dass die Lage des ganzen Systems zu den einzelnen Punkten oder Richtungen der einen Reihe das Spiegelbild seiner Lage zu den einzelnen Punkten oder Richtungen der anderen Reihe ist.

Da das Bild eines solchen Systems, von einem Punkte aus gesehen das Spiegelbild ist von dem Anblick, den es von einem anderen Punkte aus gewährt, so entspricht natürlich jeder Reihe von Theilen und linearen Richtungen, welche die gleiche Beziehung zur Structur haben, eine Reihe mit der gleichen Anzahl von Richtungen und Theilen, deren Lage zur Structur gleich, aber nicht identisch ist mit der Lage der Glieder der ersten Reihen, die jedoch, wie die letzteren, unter sich selbst gleich sind. Folglich ist die Gestalt des ganzen Systems in einem solchen Falle, ohne Berücksichtigung der Orientirung, gleich der Gestalt seines Spiegelbildes.

Es sei eine vollständige Reihe identischer Richtungen in einem System mit der beschriebenen Eigenschaft gegeben, jedoch nicht solcher, die eine specielle symmetrische Lage haben; dann ist es auch möglich, eine entsprechende Reihe von der gleichen Anzahl von Richtungen, deren Lage zum System gleich, aber nicht identisch mit der Lage der Richtungen der ersten Reihe ist, anzugeben; aus dem Vorhergehenden folgt, dass die Anordnung der einen Reihe von Richtungen das Spiegelbild ist von der der anderen Reihe. Es gilt dies für enantiomorphe Richtungen, die in homogenen Structuren oder auf ihren Bezugskugeln³⁾ vorkommen. Ein Beispiel für den letzteren Fall ist folgendes: Die Reihe gleicher Normalen, deren Anordnung in Fig. 22 (S. 32) angegeben ist, kann man sich aus der in Fig. 40 (S. 20) dargestellten Reihe und einer Reihe, die das Spiegelbild⁴⁾ der letzteren ist, entstanden denken.

Ob nun ein System symmetrischer Wiederholung um einen Mittelpunkt, der kein Centrum der Symmetrie (Inversionscentrum) ist, mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist oder nicht, immer kann man ein System von höherer Symmetrieordnung finden, das die ganze Symmetrie des gegebenen Systems zeigt und dessen Centrum ein Symmetriecentrum ist. Durch ein solches Centrum werden alle Wiederholungen des gewählten Systems in symmetrischer, aber nicht identischer Weise verdoppelt. Denn das Spiegelbild des Systems mit

1) S. Ann. S. 5.

2) S. S. 5.

3) S. S. 40.

4) S. Ann. 3) S. 5.

Bezug auf sein Centrum hat dieselben Axen. Die Symmetrieelemente der beiden in solcher Beziehung zu einander stehenden Systeme sind daher zusammen in einem complicirteren Typus vorhanden, der dieselben Deckaxen wie die beiden einfacheren Systeme und dazu noch ein Centrum der Symmetrie besitzt. Ist das ursprüngliche System nicht identisch mit seinem Spiegelbilde, so sind die weiteren Wiederholungen in dem entsprechenden Systeme mit einem Symmetriecentrum alle identisch und das Spiegelbild aller Wiederholungen des einfachen Systems. Ist andererseits das einfachere System schon identisch mit seinem eigenen Spiegelbilde, ohne dass ein Centrum der Symmetrie vorhanden ist, so kann man die weiteren Wiederholungen dieses Systems, wie die des einfachen Systems, in zwei Reihen trennen, von denen die eine das Spiegelbild der anderen ist. Ein Beispiel für den ersteren Fall bietet Fig. 22, wo bei einem Centrum der Symmetrie der in Fig. 40 dargestellte Typus zweimal auftritt. Ein Beispiel für den letzteren Fall ist die Beziehung des in Fig. 30, S. 33 dargestellten Typus zu dem Typus der Fig. 40, S. 36, der mit seinem Spiegelbilde identisch ist; der letztere ist in dem ersteren verdoppelt.

Obgleich einige Typen mit einem Symmetriecentrum auf diese Weise von Typen, die mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch sind, abgeleitet werden können, so kann man sie immer, ebenso wie die übrigen Typen mit einem solchen Centrum, auch dadurch entstanden denken, dass man ein System von Wiederholungen, welches diese Eigenschaft nicht besitzt, verdoppelt. Denn in jedem Falle, wo ein Symmetriecentrum vorhanden ist, hat eben die Hälfte der gleichwerthigen Richtungen oder Theile eine identische und nicht bloss die gleiche Lage zur ganzen Structur; daher besitzen dieselben, für sich allein genommen, alle Deckbewegungen der Structur und zeigen einen der eben beschriebenen Symmetrietypen, der mit seinem eigenen Spiegelbilde nicht identisch ist.

Daher erhält man eine vollständige Reihe aller Typen mit einem Symmetriecentrum, wenn man für jedes System, das mit seinem Spiegelbilde nicht identisch ist, ein entsprechendes System aufsucht, das alle Deckbewegungen dieses Systems und die Reihe gleicher Wiederholungen, die sich aus dem Vorhandensein eines Centrums der Symmetrie ergeben besitzt.

Um die Figuren dieser Typen zu erhalten, verlängere man die durch entsprechende Punkte der schon gefundenen Typen gezogenen gleichen Normalen über den Mittelpunkt hinaus, bis sie die Kugeloberfläche ein zweites Mal in einer Reihe von Punkten treffen; dieselben bilden dann das Spiegelbild der Punkte der ersten Reihe. Die Beziehungen der resultirenden Figuren sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Tabelle für die Ableitung der Typen mit einem Symmetriecentrum.

Der Typus, der mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist und ein Symmetriecentrum besitzt, ist angegeben in der

Derselbe leitet sich ab von dem mit seinem eigenen Spiegelbilde nicht identischen Typus, der oben aufgefunden und dargestellt ist in

Fig. 20 (Gadolin Fig. 57)

- 21 (	-	- 42)
- 22 (	-	- 56)
- 23 (	-	- 36)
- 24 (	-	- 54)
- 25 (	-	- 30)
- 26 (	-	- 28)
- 27 (	-	- 39)
- 28 (	-	- 48)
- 29 (	-	- 33)
- 30 (	-	- 45)

Fig. 8

- 9
- 10
- 11
- 12
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19

Beispiele elementarer homogener Strukturen, welche dieselbe symmetrische Anordnung gleicher Richtungen zeigen wie die eben genannten Typen mit einem Symmetriecentrum, können leicht nach der schon be-

Fig. 20.

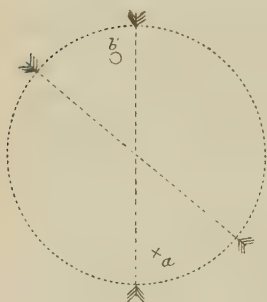


Fig. 21.

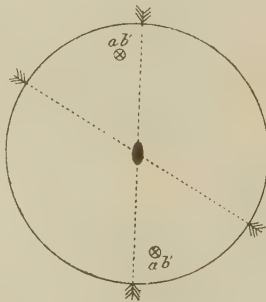


Fig. 22.

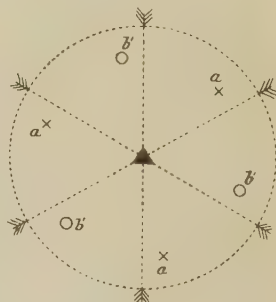


Fig. 23.

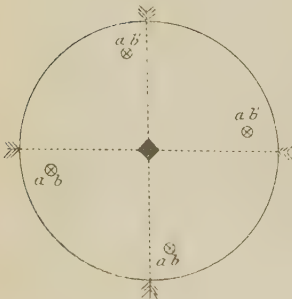


Fig. 24.

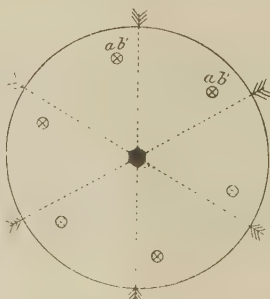


Fig. 25.

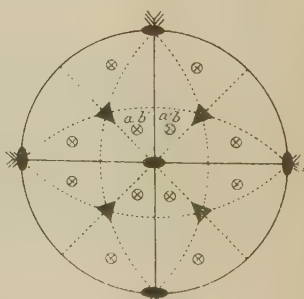


Fig. 26.

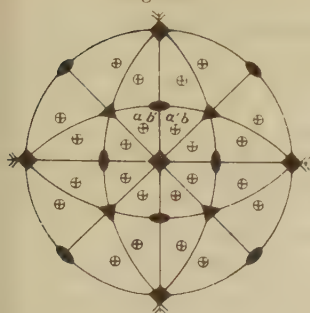


Fig. 27.

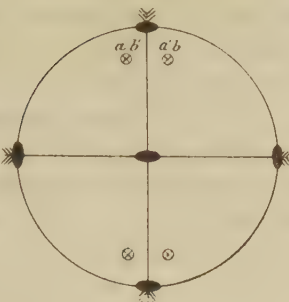


Fig. 28.

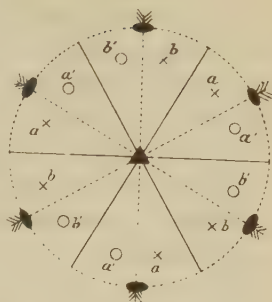
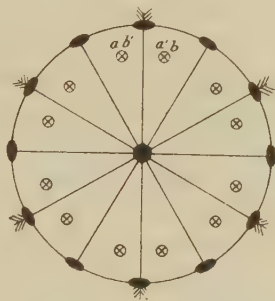


Fig. 29.



Fig. 30.



schriebenen Methode¹⁾ erhalten werden. Denn wenn die gleichen, in den Punkten eines Gitters von entsprechender Symmetrie sich befindenden Körper einzeln die Symmetrie des Typus, der eben erläutert werden soll, d. h. ein Centrum der Symmetrie und die entsprechenden Axen besitzen, so ist klar, dass, da jedes parallelepipedische Netzwerk von blossen Punkten in jedem seiner Punkte ein Centrum der Symmetrie besitzt, die durch diese Körper gebildete Structur als Ganzes in jedem Punkte des Netzwerkes ein Symmetriecentrum hat. Mit Hülfe irgend eines dieser Symmetriecentren wird man die Reihe enantiomorph gleicher Richtungen bestimmen, die der vorher gefundenen Reihe gleicher Richtungen entspricht; ein solches Symmetriecentrum spielt dieselbe Rolle, wie ein Symmetriecentrum des abgeleiteten Typus²⁾.

Schliesslich sind noch diejenigen centrirten Typen zu behandeln, die zwar spiegelbildliche Gleichheit der Theile, aber kein Symmetriecentrum besitzen.

Es folgt aus dem Vorhergehenden, dass jedes so charakterisirte System die Hälfte der Wiederholungen eines der oben aufgezählten Typen mit einem Symmetriecentrum enthält. Ferner ist die Hälfte seiner gleichen Richtungen und Theile, d. h. ein Viertel derjenigen des entsprechenden Typus

1) Siehe S. 20.

2) Siehe S. 34.

mit einem Symmetriecentrum, spiegelbildlich gleich der anderen Hälfte. Ausserdem folgt, dass irgend ein System gleicher Richtungen, deren Anzahl, wie oben bemerkt, ein Viertel der Gesamtzahl gleicher Wiederholungen in dem Typus mit einem Symmetriecentrum ist, einen der elf mit ihrem eigenen Spiegelbilde nicht identischen Typen aufweist.

Die fraglichen Typen werden auf folgende Weise erhalten: Man suche für jeden der elf Typen der vorhergehenden Tabelle, welcher der elf Typen von bloss identischer Symmetrie eben ein Viertel ihrer Wiederholungen hat. Das Resultat ist in der zweiten und dritten Reihe der folgenden Tabelle angegeben; es ist daraus zu erschen, dass in einigen Fällen keiner derselben, in anderen zwei, in den meisten Fällen ein einziger Typus diese Bedingung erfüllt.

Man lasse die Reihe der Wiederholungen in dem Typus mit einem Symmetriecentrum (den vierten Theil der Punkte), welche das Spiegelbild der Wiederholungen des eben gefundenen Systems von niedrigerer Symmetrie sind, unberücksichtigt und suche, welchen anderen vierten Theil von Wiederholungen des Systems höherer Ordnung man zu denen des einfacheren Systems hinzufügen kann, um ein mit seinem eigenen Spiegelbilde identisches System hervorzubringen, das durch Hinzufügen eines Symmetriecentrums sich in den angenommenen Typus verwandelt.

Es sei ein Beispiel angeführt.

Das einzige Viertelsystem, das dem in Fig. 24 entspricht, ist in Fig. 40 angegeben.

Fügt man nicht die Wiederholungen hinzu, die das letztere System in das in Fig. 22 angegebene verwandeln würden und die sich aus dem Hinzufügen eines Symmetriecentrums ergeben, so stellt natürlich Fig. 33 die einzige Möglichkeit dar, die Wiederholungen von Fig. 24 auszuwählen, welche die geforderten Bedingungen erfüllen. Der in Fig. 42 dargestellte Fall, die Auswahl zu treffen, ist von vornherein ausgeschlossen, weil die hinzugefügten Wiederholungen identisch und nicht bloss gleich denen des in Fig. 40 angegebenen Viertelsystems sind.

Die folgende Tabelle zeigt die gefundenen Resultate.

(Siehe die Tabelle auf S. 35.)

Wie vorher, kann auch für jeden der zehn in der ersten Reihe aufgezählten Typen eine elementare Form einer homogenen Structur gefunden werden, welche diese symmetrische Anordnung gleicher Richtungen zeigt, wie der entsprechende durch die Bezugskugel dargestellte Typus. Die dabei anzuwendende Methode ist dieselbe wie oben.

Die vollständige Reihe von Typen symmetrischer Anordnung der gleichen Richtungen, die sich in homogenen Structuren von der obigen Definition

Tabelle für die Ableitung der Typen mit spiegelbildlicher Gleichheit der Theile, aber ohne Centrum der Symmetrie.

Typus, der mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist und die Hälfte der Wiederholungen eines

Typus mit Symmetriecentrum zeigt, aber selbst kein Symmetriecentrum besitzt:

Kein Typus leitet sich ab von

Fig. 34 (Gadolin Fig. 46)

Kein Typus leitet sich ab von

Fig. 32 (Gadolin Fig. 34)

- 33 (- - 54)

Kein Typus leitet sich ab von

Fig. 34 (Gadolin Fig. 34)

- 35 (- - 43)

- 36 (- - 55)

- 37 (- - 37)

- 38 (- - 40)

- 39 (- - 49)

- 40 (- - 52)

Typus mit Symmetriecentrum, aus dem er sich ableitet:

Typus, der mit seinem eigenen Spiegelbilde nicht identisch ist und die Hälfte der Wiederholungen des abgeleiteten Typus, also ein Viertel der Wiederholungen des entsprechenden Typus mit einem Symmetriecentrum besitzt:

Fig. 20

- 21

- 22

- 23

- 24

- 25

- 26

- 27

- 28

- 29

- 29

- 30

- 30

Fig. 8

Fig. 9

- 40

Fig. 44

- 9

- 40

- 44

- 46

- 47

- 42

Fig. 34.

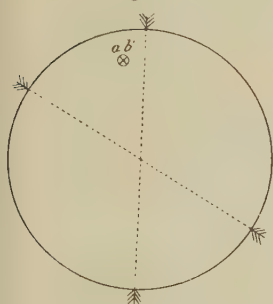


Fig. 32



Fig. 33.

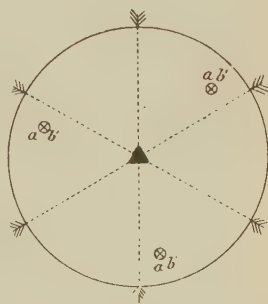


Fig. 34.

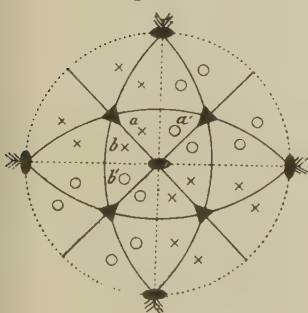


Fig. 35.

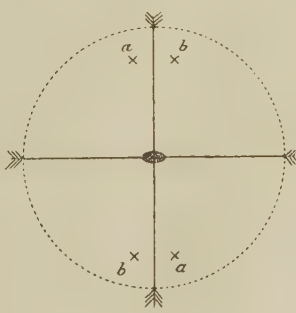


Fig. 36.

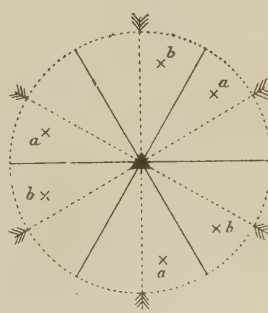


Fig. 37.

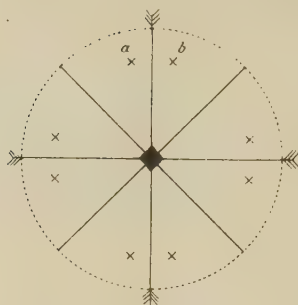


Fig. 38.



Fig. 39.

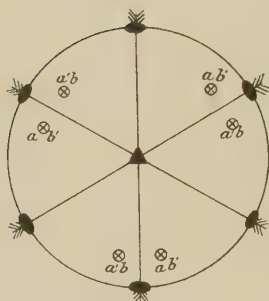
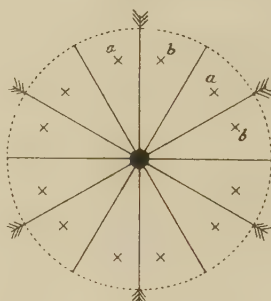


Fig. 40.



finden und auch für Krystalle gültig sind, ist im Folgenden zusammen-
gestellt.

	Anzahl der Typen
Asymmetrie ohne Drehung oder Schraubung	1
Identische Wiederholung von Theilen ohne spiegelbildliche Gleichheit	40
Identische Wiederholung von Theilen mit spiegelbildlicher Gleichheit und zwar	
mit Symmetriecentrum	44
ohne Symmetriecentrum	40
	<hr/> Zusammen 32

II. Zur Theorie der Silicate.

Von

W. Vernadsky in Moskau.

1. Die Frage über die Constitution der verschiedenen natürlichen und künstlichen Kieselverbindungen ist bis jetzt ungelöst. Sie ist aber ohne Zweifel die wichtigste Frage, welche zur Zeit in der Mineralogie zu lösen bleibt, da das Silicium in den chemischen Reactionen der Erdkruste eine wichtige Rolle spielt, welche eine Analogie nur in der Rolle des Kohlenstoffs in den organischen Verbindungen hat. Wie die Entwicklung der physiologischen Chemie nur durch Aufklärung der Constitution der Kohlenstoffverbindungen zweckmässig und rasch vor sich gehen kann, so ist die Entwicklung der Mineralogie fest verbunden mit der Lösung des Räthfels der Constitution der natürlichen Silicate. Wir sind noch weit von der vollständigen Lösung dieser Aufgabe entfernt, aber in letzter Zeit hat sich eine grosse Menge von synthetischen und analytischen Daten angesammelt, welche einen Entwurf zur Lösung einiger Fragen über die Constitution der Silicate nothwendig macht.

2. Ich erlaube mir hier so kurz wie möglich einen Beitrag zur Theorie der Silicate zu geben, welcher ausführlicher in russischer Sprache publicirt ist. Zuerst in meiner Abhandlung »Ueber die Gruppe des Sillimanit und die Rolle der Thonerde in Silicaten« im Jahre 1894¹⁾ habe ich den ersten Versuch gemacht, später (1899) in meinen »Vorlesungen über descriptive Mineralogie«, Lief. I²⁾, diesen ersten Versuch vervollständigt; jetzt bin ich mit der zweiten Lieferung meiner »Vorlesungen über descriptive Mineralogie« (die die meisten Silicate enthält) in russischer Sprache fertig. Ich wünsche aber die Resultate meiner Untersuchungen auch in einer mehr

1) W. Vernadsky, O gruppje sillimanita i rolje glinozjema w silicatach. Moskwa 1894, 400 SS. (auch in »Bull. Soc. Natur. de Moscou« 1894). Ausz. d. Zeitschr. **23**, 277.

2) W. Vernadsky, Lekcii opissatelnoj mineralogii. Wyp. I, Mosk. 1899, S. 212

in der Wissenschaft verbreiteten Sprache zu geben, als es die russische ist, da nur bei der Kritik jedes Versuches in diesen complicirten Fragen durch Fachgenossen wir eine vollständige Aufklärung erwarten können. Der Kürze wegen habe ich alle historischen und bibliographischen Daten weggelassen; diese sind in den citirten russischen Arbeiten zu finden.

3. Bei der Behandlung der Silicate müssen wir einige nothwendige Vorbemerkungen machen. Das Feld der Untersuchung ist zu gross, und unsere Kenntnisse von diesen Verbindungen sind von sehr verschiedenem wissenschaftlichen Werthe. Einfache Verbindungen — z. B. die der Olivin-Gruppe — sind in ihrer Constitution ganz klar; andere — z. B. die Silicate, welche Haloide (*Cl*, *Br*, *Fl*, *J*), Metalloide (*S*, *Sb*, *As* u. s. w.) und »seltene« Elemente enthalten — sind meistens nicht einmal in ihrer empirischen Zusammensetzung bekannt. In jeder Theorie der Silicate müssen wir uns auf die einfacheren und bekannteren Verbindungen beschränken; alle Silicate mit unbekannter procentischer Zusammensetzung muss man vorläufig bei Seite lassen, und zur Prüfung der Theorie können sie keinen Werth haben. Nur hypothetisch können wir auch zu diesen weniger bekannten Verbindungen übergehen und uns in manchen Fällen plausible Constitutionsvorstellungen machen.

4. Bei der Behandlung der Silicate lasse ich ferner provisorisch bei Seite alle Silicate, welche ausser *Si*, *O*, *H* und gewöhnlichen metallischen Elementen noch Elemente von sehr wenig bekannter Function oder solche von Haloid- und Metalloidfunction enthalten. Unter den metallischen Elementen verstehe ich die Elemente, welche in Hydraten den Wasserstoff der Hydroxylgruppe zu substituiren im Stande sind. Unter diesen metallischen Elementen müssen wir noch die Metalle der Cer- und Yttriumgruppen (*Ce*, *Y*, *La*, *Pr*, *Nd* u. s. w.) bei Seite lassen, da unsere Kenntnisse über die chemischen Eigenschaften dieser selteneren Elemente zu zweideutig und unvollständig sind. Diese ziemlich willkürliche, aber nothwendige Abgrenzung bringt bei Behandlung der natürlichen Kieselverbindungen nur wenig Unterschied mit sich, da solche Mineralien ziemlich selten und in wenigen Familien vorkommen.

5. Bei der Untersuchung der Silicate müssen wir uns noch immer erinnern, dass natürliche Silicate meist keine einfachen chemischen Verbindungen bilden. Wir finden unter ihnen verschiedene Typen physikalischer Verbindungen. Unter diesen Typen gehören die meisten besser untersuchten Silicate zu der Klasse der isomorphen Mischungen. Unter einer isomorphen Mischung werde ich eine Klasse von physikalischen Verbindungen verstehen, welche analog den festen Lösungen sind. Die chemische Formel der in die isomorphe Mischung eintretenden Verbindungen kann sehr verschieden sein, aber alle Verbindungen, welche in die Mischung eintreten, müssen einer und derselben Klasse der Symmetrie (einer und der-

selben aus den 32 Abtheilungen der Krystallstructur) angehören¹⁾. Bei der Construction von Silicatformeln werden wir nur die Formel der vorherrschenden Verbindung in der isomorphen Mischung (das ist das »Lösungsmittel« der isomorphen Mischung) annehmen.

6. Isomorphe Mischungen sind nur die bestuntersuchten Formen unter den vielen verschiedenen physikalischen Mischungen, welche bei den Mineralien existiren können, die anderen sind z. B. feste dilute Lösungen von verschiedenen Farbmitteln (z. B. Amethyst u. s. w.), natürliche mechanische Mischungen (z. B. Perthit u. s. w.), complicirte physikalische Verbindungen, »dissociirende Lösungen« (z. B. Zeolithe u. s. w.) u. s. w. Bei der Untersuchung der Constitution der verbreitetsten natürlichen Silicate kann man diese complicirteren Typen ausser Acht lassen.

7. Also haben wir als unsere nächste Aufgabe nur zu untersuchen die isomorphen Mischungen von Verbindungen, welche Si , O , H und Metalle enthalten. Alle diese Mineralien kann man sehr leicht und streng in zwei Gruppen theilen. Die erste Gruppe bilden solche Silicate, in deren isomorphen Mischungen, in den »Lösungsmitteln« (§ 5), keine Verbindungen, welche die Metalloxyde $R_2''O_3$ enthalten, zu finden sind. In die zweite Gruppe gehören nur Silicate, welche auch Metalloxyde vom Typus $R_2''O_3$ enthalten.

8. Bei der Untersuchung von Silicaten des zweiten Typus (§ 7) können wir zur Vereinfachung des Problems nur die wichtigste und verbreitetste Gruppe in Betracht ziehen, d. h. nur solche Silicate, welche Thonerde (Al_2O_3) enthalten. Alle Silicate mit anderen Oxyden $R_2'''O_3$, mit Fe_2O_3 , B_2O_3 , Ti_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_3 u. s. w., können nach der Analogie mit dieser Gruppe behandelt werden. Sie sind viel seltener und weniger bekannt. Ausserdem findet man nicht viele Mineralien, in deren isomorpher Mischung solche Silicate als Lösungsmittel (§ 5) enthalten sind. Wir können annehmen, dass die Structur dieser Silicate in vollkommener Analogie mit den Thonerdesilicaten zu erklären ist.

9. Die Silicate, welche Metalloxyde von Typus R_2O_3 nicht enthalten, werde ich einfache Silicate nennen. Die Silicate, welche die Oxyde R_2O_3 enthalten, werde ich nach der Natur dieser Oxyde nennen:

Alumosilicate, wenn R_2O_3 Thonerde ist,
 Ferrisilicate - R_2O_3 Eisenoxyd ist,
 Borsilicate mit B_2O_3 ,
 Chromsilicate mit Cr_2O_3 u. s. w.

Allgemein werde ich am Anfange des Wortes »Silicat« als Prädicat die Namen des Metalloxydes R_2O_3 stellen. In folgender Zusammenstellung

1) Bei Vergleichung mit flüssigen Lösungen sind die isomorphen Mischungen analog den Lösungen von Flüssigkeit in Flüssigkeit oder den Gasgemischen.

werde ich hauptsächlich die Alumosilicate untersuchen und die Structur von Ferrisilicaten, Borsilicaten u. s. w. nach Analogie mit den Alumosilicaten betrachten.

10. Alumosilicate und einfache Silicate sind ganz verschieden ihrer Natur nach, und wir haben keine Uebergänge zwischen diesen zwei Hauptgruppen von Kieselmineralien¹⁾. Die scharfe Trennung beider Gruppen von Verbindungen ist auf folgende Beobachtungen gegründet:

a) Es ist keine Reaction bekannt, durch welche in Silicaten das Metall der Oxyde *RO* (z. B. *Mg*, *K₂*, *Na₂* u. s. w.) durch *Al* substituirt würde, oder umgekehrt.

b) Es giebt keine Reaction, durch welche die Alumosilicate direct in Kieselhydrate umgewandelt werden könnten, oder umgekehrt.

c) Die natürlichen Verwitterungsproducte von einfachen Silicaten und Alumosilicaten sind streng verschieden. Die einfachen Silicate geben ziemlich oft Kieselhydrate (Opale) und Kieselsäure (*SiO₂*); die Alumosilicate können nur bei ganz besonderen, aussergewöhnlichen Verhältnissen Kieselhydrate (und Thonerdehydrate) geben, aber gewöhnlich geben sie nur Thone und Mineralien der Chloritgruppe. (§ 44).

d) Bei dem Zusammenbringen von einfachen Silicaten und Alumosilicaten bei höheren und niedrigeren Temperaturen findet nur eine einfache Verbindung derselben zu einem complicirteren Körper oder eine Substitution der Metalle der Oxyde *RO* statt.

e) Für complicirte Alumosilicate, welche neben einander Thonerde und Oxyde von Typus *RO* enthalten, sind viele Reactionen bekannt, bei welchen als Producte Aluminate von Oxyden *RO* entstehen.

11. Diese zwei Klassen von Kieselverbindungen — einfache Silicate und Alumosilicate — sind auch ganz verschieden ihrer chemischen Function nach. Einfache Silicate können ganz streng als Salze (resp. Hydrate) und complicirtere Additionsproducte von Salzen (resp. Hydraten, § 26 ff.) von verschiedenen bekannten Kieselsäuren angesehen werden. Die Versuche, auch Alumosilicate bekannten Kieselsäuren zuzuordnen, sind im Allgemeinen misslungen. Nur einige Alumosilicate, z. B. Leucit *K₂Al₂Si₄O₁₂* u. s. w., können nach ihren Formeln als Doppelsalze bekannter Kieselsäuren angesehen werden, andere müssen als Salze ganz hypothetischer, unwahrscheinlicher, ziemlich complicirter Kiesel- und Polykieselsäuren betrachtet werden. Auch bei allen plausiblen Hypothesen ist es für einige Alumosilicate unmöglich gewesen, ein Kieselsäurehydrat zu finden (z. B. für Margarit, Chloritoid, Sapphirin, Prismaticin u. s. w.).

¹⁾ Man muss sich immer erinnern, dass ich nur von den »Lösungsmitteln« von isomorphen Mischungen spreche (§ 5).

12. Zur Erforschung der Natur der Alumosilicate müssen wir uns zu den bekannten Resultaten der Synthesen und zu den Beobachtungen über Paragenesis wenden. Die Natur der Thonerde ist zweideutig. Sie kann als ein Säureanhydrid angesehen werden, welches beständige Salze mit Metalloxyden — Aluminate — giebt; zu gleicher Zeit bildet sie als eine schwache Base Salze mit Säureanhydriden. Die Verbindungen von Thonerde mit gewöhnlichen Säuren, z. B. Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w. scheinen einen klaren salzartigen Typus zu zeigen. Nach Analogie mit diesen Verbindungen hat man auch die Alumosilicate als kiesel-saure Salze von Aluminium angesehen. Aber der salzartige Charakter von Verbindungen der Thonerde mit Säureanhydriden ist sehr zweideutig und kann nicht als vollständiges Analogon mit Verbindungen von MgO , ZnO u. s. w. gelten. Die Verbindungen von Aluminiumoxyd und Phosphorsäure, Oxalsäure, Essigsäure, Salzsäure u. s. w. haben einen eigenartigen Charakter und zeigen viele Eigenschaften von sog. complexen Säuren¹⁾. Noch viel wahrscheinlicher sind die Alumosilicate als Anhydride, Hydrate, Salze (und ihre Abkömmlinge oder Additionsproducte) von complexen Alumokieselsäuren zu betrachten.

13. Die Natur der Thonerde in Silicaten kann man durch folgende experimentelle Daten bestimmen:

a) Bei den Bedingungen, unter welchen in der Natur und im Laboratorium Alumosilicate sich bilden, bilden sich gleichzeitig auch Aluminate. Die Mineralien der Spinellgruppe scheiden sich regelmässig bei höheren Temperaturen aus Silicatflüssen aus und gehören zu denselben oder nächsten Generationen, wie auch einige Alumosilicate. Eine solche Ausscheidung von Aluminaten aus Silicatflüssen kann man nur durch Annahme eines Säurecharakters der Thonerde bei diesen Bedingungen erklären.

b) Bei der Spaltung von Alumosilicaten (des Glimmerkernes § 46) durch höhere Temperaturen bilden sich auch Aluminate (Spinelle, Experiment von Vernadsky, Moroziewicz).

c) Auch bei niedrigeren Temperaturen, bei Wirkung von Wasser oder Carbonatlösungen, ist nicht selten die Zerstörung von Alumosilicaten durch Ausscheidung von Aluminaten (z. B. Experimente von Thugutt) oder Thonerdehydraten (die Bildung von Beauxit, Hydrargillit u. s. w. in der Natur) begleitet.

Alle diese Reactionen sprechen gegen die basische Natur der Thonerde in Alumosilicaten.

4) Es wäre daher wünschenswerth, auch sogenannte Doppelsalze von schwefelsaurer Thonerde mit Sulfaten zu untersuchen; viele Eigenschaften von sogenannten Alaunen sind nur durch Annahme von complicirter Structur dieser Verbindungen zu erklären.

14. Aber auch die Eigenschaften der Alumosilicate zeigen ganz klar die complexe Structur des Alumokieselkernes in diesen Verbindungen. Ich werde später nochmals auf die Erklärung dieser Erscheinung zurückkommen, jetzt aber will ich einige Facta zusammenfassen.

a) Die Verbindungen, welche nur aus Al_2O_3 und SiO_2 bestehen (Sillimanitgruppe), entsprechen durch ihre Eigenschaften den Säureanhydriden. So z. B. wenn man Pulver oder Stücke von diesen Verbindungen mit Carbonaten erwärmt, wird ein Aufbrausen, eine rasche Ausscheidung von Kohlensäure folgen (Berzelius) und ein Alumosilicat sich bilden. Es ist eine Erscheinung, welche analog der Wirkung des Quarzes auf diese Carbonate und der Bildung von Silicat ist. Aehnliche Erscheinungen können auch beim Erwärmen dieser Verbindungen mit Sulfaten, Haloidsalzen u. s. w. beobachtet werden.

b) Kaolin und andere Thone zeigen den Charakter von Säuren; so z. B. bei höheren (Gorgeu) und ziemlich niedrigen Temperaturen (Ziemjatschensky) zerstören sie Haloidsalze (KJ , $NaBr$ u. s. w.) unter Ausscheidung von freien Haloidsäuren und bilden Alumosilicate.

c) Bei verschiedenen chemischen Processen — in Natur und Laboratorium — finden sehr häufig Substitutionsreactionen der Alumosilicate statt, bei welchen der Alumokieselkern der Verbindung nicht zerstört oder durch chemische Umwandlung gar nicht berührt wird. Alle diese Reactionen können durch folgendes Schema erklärt werden:



wo x ein Säureanhydrid, M , M_1 verschiedene Metalle, Als Aluminiumkieselkern.

Diese Reaction wird aber durch einige eigenthümliche Eigenschaften der Alumosilicate in vielen Fällen complicirter, da Alumosilicate auch leicht Additionsproducte bilden (§ 26 ff.) und SiO_2 -Gruppen abspalten (§ 48) können.

d) Die Thone (Alumokieselsäuren) und die Mineralien der Sillimanitgruppe (Alumokieselanhydride) bilden sich bei Zerstörung von Alumosilicaten unter denselben Bedingungen, wie Hydrate und Anhydride bei Zerstörung ihrer Salze. Am besten kann das sehen, wenn man eine Vergleichung mit Silicaten macht:

α) Durch Erwärmung von Opalen erhalten wir SiO_2 , aus Thonen Mineralien der Sillimanitgruppe (Vernadsky).

β) Bei Zerstörung von einfachen Silicaten unter der Wirkung von Wasser und Kohlensäure in der Natur erhalten wir Opale, bei Zerstörung von Alumosilicaten Thone¹⁾.

1) Durch metamorphische Wirkungen: aus Silicaten Quarz, aus Alumosilicaten Sillimanit, Andalusit etc.

γ) Bei höheren Temperaturen scheidet sich in thonerdereichen Schmelzflüssen Sillimanit oder Korund aus, ganz analog den Bedingungen, unter welchen aus kieselreichen sich SiO_2 (als Tridymit, Quarz) ausscheidet (Moroziewicz).

15. Als Resultat aller Betrachtungen (§§ 10—14) müssen wir annehmen, dass Kieselverbindungen (§ 7—8) sich natürlich in zwei grosse Gruppen theilen:

I. Einfache Silicate: Salze, Hydrate (und ihre Additionsproducte) von verschiedenen Kieselsäuren und

II. Aluminosilicate: Salze, Hydrate, Anhydride (und ihre Additionsproducte) von verschiedenen Alumokieselsäuren.

Nach Analogie mit den Aluminosilicaten können wir die Ferrisilicate, Borsilicate u. s. w. erklären.

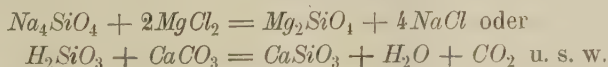
Viele von diesen Verbindungen beider Klassen können auch isomorphe Mischungen mit einander bilden, obgleich sie verschiedenen Klassen angehören, ganz so, wie sehr verschiedene Klassen von Flüssigkeiten (z. B. Alkohol und Aether) gegenseitig Lösungen bilden.

I. Einfache Silicate.

16. Eine sehr wichtige Eigenschaft von Silicaten, welche ihre Deutung wesentlich erleichtert, ist die Eigenschaft, grosse Gruppen zu bilden, welche Verbindungen enthalten, die sehr leicht in einander übergehen. Die Verbindungen einer und derselben Gruppe unterscheiden sich einigermaßen analog den Gliedern einer und derselben homologen Reihe und enthalten immer einen Kern, welcher bei allen Reactionen unveränderlich bleibt. Eine solche kernartige Structur, die Wiederkehr in allen Silicaten einer und derselben Gruppe von einigen Elementen, deren Bindung durch gewöhnliche Agentien nicht gestört werden kann, ist ausserordentlich charakteristisch für die Silicate.

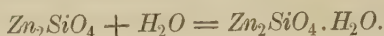
17. Unter den Reactionen, bei welchen der Kern der Verbindung nicht zerstört wird, können wir zwei verschiedene Fälle unterscheiden:

a) Die Substitutionsreactionen — z. B. für Salze und Hydrate — gewöhnliche Doppelaustauschungen von Elementen, so



b) Die Additionsreactionen, wenn zu einem Silicatkerne sich eine andere Gruppe von Elementen durch chemischen Vorgang addirt, z. B. Elemente von Wasser (H_2O) u. s. w. Diese Klasse von Reactionen ist noch viel wichtiger und verbreiteter bei den Aluminosilicaten § 64 ff.). Als Bei-

spiel und Schema von solchen Vorgängen können wir die Bildung von Calamin aus Willemit uns vorstellen:



Am besten können wir den Gang der chemischen Veränderungen durch Structurformeln uns vorstellen. Bei den Substitutionsreactionen ist eine Veränderung des Kernes (ohne seine Zerstörung), bei den Additionsreactionen ist meistens eine Veränderung der Elemente ausser dem Kerne in Zweigketten vorhanden.

Also müssen wir in jeder Gruppe von Silicaten zwei Abtheilungen unterscheiden: 1) Salze und Hydrate und 2) Additionsproducte zu diesen Salzen und Hydraten.

18. In der Gruppe der einfachen Silicate können wir zwei grosse Gruppen unterscheiden:

- 1) Gruppe von Producten der Orthokieselsäure — Orthosilicate,
- 2) — — — — — Metakeselsäure — Metasilicate.

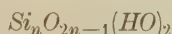
In diese zwei Gruppen lassen sich fast alle einfachen Silicate, sowohl natürliche als künstliche, einreihen.

19. Es giebt aber einige Gruppen von künstlichen und natürlichen Producten, welche nicht dazu gehören. So entsprechen vielleicht einige Mineralien (meist Bleisalze) anderen Kieselsäuren, als die zwei vorgenannten. Diese sehr seltenen Mineralien werde ich bei Seite lassen, da sie keine Bedeutung in der Natur haben, ebenso wie sie selbst und auch die analogen künstlichen Verbindungen zu wenig bekannt sind.

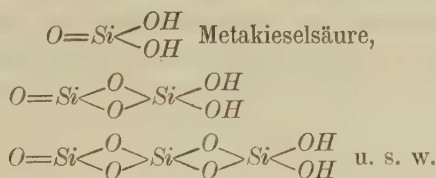
20. Eine andere Gruppe, welche provisorisch auch bei Seite gelassen ist, bilden die Berylliumverbindungen, deren Deutung noch nicht aufgeklärt ist. Mendeleejeff, bei der Feststellung des periodischen Systems der Elemente, musste dem Berylliumoxyd die Formel BeO geben (nach Awdejew). Später ist diese Deutung durch Dichtebestimmungen einiger flüchtiger Berylliumverbindungen nur unterstützt worden. Es scheint jetzt ausserordentlich wahrscheinlich, dass in einfachen Berylliumverbindungen und Berylliumsalzen wir Be als zweiwerthiges Element ansehen müssen. Aber das periodische System der Elemente giebt keine Möglichkeit, in der Structur aller Berylliumverbindungen sich zu orientiren. Die Aehnlichkeit vieler Eigenschaften von Beryllium und Aluminium ist sehr gross; in complicirteren Beryllium-haltigen Alumosilicaten, welche durch Hautefeuille und seine Schüler erhalten wurden, in Silicowolframaten von Be , welche durch Wyrouboff genauer untersucht sind, bleibt die Deutung von Berylliumoxyd als $\overset{\text{III}}{\text{Be}_2\text{O}_3}$, welche von diesem Gelehrten gegeben ist, wahrscheinlich richtig. Es ist sehr möglich, dass Be (wie Fe , Cr , vielleicht Mn u. s. w.) sowohl als zweiwerthiges (z. B. BeO), wie auch als dreiwerthiges Element erscheinen kann. Man muss noch bemerken,

dass die natürlichen Berylliumverbindungen eine ganz eigenthümliche Klasse von Mineralien darstellen, welche viel mehr Aehnlichkeit in ihren Reactionen, Eigenschaften und Paragenesis mit Alumosilicaten, als mit einfachen Silicaten zeigen. Da aber die Natur des Beryllium in Silicaten bis jetzt noch fraglich ist, werde ich diese Gruppe von Verbindungen bei Seite lassen. Wahrscheinlicher aber haben wir in den Berylliumsilicaten Verbindungen, welche analog den Alumosilicaten sind (*Be* in Silicaten dreiwertig).

21. Es bleibt noch eine dritte Abtheilung von Silicatverbindungen, welche etwas getrennt von den zwei Hauptgruppen (§ 18) von einfachen Silicaten steht, das sind die Opale und Halbopale, welche sich nicht ganz einfach auf Ortho- und Metakieselsäure beziehen lassen. Unter Opalen und Halbopalen verstehen wir sehr unbeständige Hydrate (und Salze, welche analog den sogenannten Cosilicaten sind), welche die gemeinsame Formel



haben. Es sind immer zweibasische Hydrate (und resp. Salze), welche viele Uebergänge von $Si_n O_{2n}$ (Quarz, Chalcidon u. s. w.) bis zu $SiO(HO)_2$ (Metakieselsäure) zeigen. Diese Mineralien sind sehr unbeständig und stellen oft natürliche mechanische Mischungen dar¹⁾. Ihre Constitutionsformeln sind sehr charakteristisch; sie stellen so zu sagen einfache Ketten dar:



In ihrer Structur enthalten sie aber das charakteristische Merkmal der Metakieselsäure (die Gruppe $O=Si$).

22. Die zwei Gruppen von einfachen Silicaten (§ 18) sind ganz verschieden. Die Orthosilicate haben eine mehr ausgesprochene kernartige Constitution, als die Metasilicate. In ihren Structurformeln können wir diese zwei Gruppen unterscheiden, als:

- 1) Orthosilicate $\begin{matrix} RO \\ RO \end{matrix} > Si < \begin{matrix} OR \\ OR \end{matrix}$, nur einfache Bindung der Si-Atome.
- 2) Metasilicate $\begin{matrix} RO \\ RO \end{matrix} > Si = O$, mit einer zweifachen Bindung der Si-Atome.

So sind diese verschiedenen Constitutionen des Kieselkernes in den Structurformeln dieser Verbindungen ganz klar ausgesprochen.

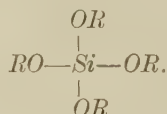
1) Natürliche mechanische Mischungen sind gesetzmässige, nicht zufällige Erscheinungen; ihre Eigenschaften sind theilweise constant (analog den eutektischen Mischungen u. s. w.).

23. Wir haben ein einfaches chemisches Unterscheidungsmerkmal, welches schon längst bei der Bestimmung von Mineralien anerkannt, aber dessen Bedeutung, so viel ich weiss, noch nicht theoretisch erklärt ist. Das ist die Wirkung der starken Mineralsäuren HNO_3 , HCl oder H_2SO_4 auf Silicate und die Unterscheidung des Charakters der Kieselsäure, welche bei dieser Wirkung sich ausscheidet. Bei der Wirkung auf Orthosilicate ist die ausscheidende Kieselsäure gallertartig, bei der Einwirkung auf Metasilicate haben wir eine Ausscheidung von pulveriger oder sandiger Kieselsäure. Die Art der sich ausscheidenden Kieselsäure ist ausserordentlich beständig in allen Klassen von Mineralien und scheint durch verschiedene Structur der Kieselsäurehydrate bedingt zu sein. Gallertartige Kieselsäure bedeutet die Ausscheidung von unbeständiger $Si(OH)_4$, und diese Gallerten zerfallen ziemlich rasch in pulverige und sandige Kieselsäure.

Es giebt noch eine schleimige Ausscheidung von Kieselsäure. Diese »schleimige« Kieselsäure scheint eine sehr innige Mischung von beiden Kieselsäureabarten darzustellen und ist, wie wir später sehen werden (§§ 27, 33), mit einer besonderen Structur der Silicate verbunden.

1. Orthosilicate.

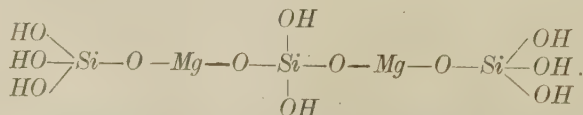
24. Zu den Orthosilicaten gehören die Salze und Additionsverbindungen der Orthokieselsäure. Die chemische Structur ihres Kieselkernes ist:



Durch die Wirkung von Mineralsäuren wird eine gallertartige Ausscheidung von Kieselsäure bewirkt. Hier haben wir zwei Klassen:

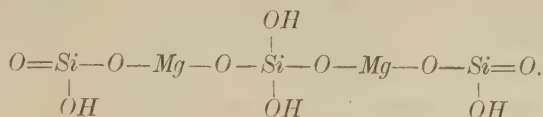
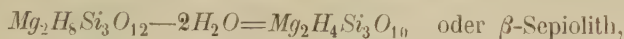
- 1) Salze und
- 2) Additionsproducte.

25. Die Salze, welche zu dieser Gruppe gehören, machen nur eine grosse Mineralfamilie aus, die Olivingruppe, normale Salze von Orthokieselsäure. Saure Salze sind wenig bekannt; aber wahrscheinlich gehören zu denselben einige Sepiolithe $Mg_2H_8Si_3O_{12}$, welche durch die Wirkung von Säuren eine gallertartige Ausscheidung von Kieselsäure bilden (und wasserreich sind, nach Döbereiner, Lacroix). Ihre Structurformel kann geschrieben werden:



Die Sepiolithe zeigen sehr oft keine gallertartigen Ausscheidungen von

Kieselsäure durch Mineralsäuren; dann giebt die Analyse weniger Wasser (um $2H_2O$) an, und sie gehen in saure metakieselsaure Salze über:



26. Viel eigenthümlicher sind die Additionsproducte mit dem Orthosilicatkerne. Die verbreitetsten Producte werden in der Natur durch die Wirkung von Wasser erhalten, aber ausserdem können auch verschiedene andere Atomcomplexe sich direct an den Orthosilicatkern addiren. Alle diese Verbindungen kann man nicht als einfache Salze von $Si(OH)_4$ erklären, noch weniger, wenn sie *Cl*, *Br* u. s. w. enthalten. Man kann die allgemeine Formel dieser Verbindungen einfach als



schreiben, wo *A* sehr verschiedene Elementencomplexe, z. B. H_2O , *RF*, *RCl*, *RBr*, *RJ*, *RO* u. s. w., sind.

27. Die Constitution dieser Verbindungen, welche wir als einen Kern von Orthosilicat und verschiedene Elemente in Zweigketten annehmen, wird durch ihre folgende Eigenschaften klar:

a) Sie können ganz leicht durch einfaches Addiren der Gruppe *A* zu dem Orthosilicat erhalten werden, z. B. bei Einwirkung des Wassers addirt sich dieses zu dem Orthosilicat (meistens natürliche Reactionen), Haloid-salze von *Ca*, *Mn* u. s. w. addiren sich zu dem correspondirenden Orthosilicat bei Erwärmung (Gorgeu) u. s. w.

b) Durch die Wirkung höherer Temperatur können sich diese Additions-producte in Orthosilicat und das Product *A* spalten (wenn die Gruppe *A* flüchtig ist, wird nur das Orthosilicat bleiben).

c) Es sind viele Reactionen bekannt, bei denen der Orthosilicatkern nicht berührt oder nicht zerstört wird. Aber durch einfachen Austausch von Elementen der Gruppe *A* gehen diese Additionsproducte in einander über, z. B. in Serpentin u. s. w.

d) Bei der Wirkung von Mineralsäuren wird gallertartige Ausscheidung von Kieselsäure entstehen; wenn aber in *A* ein Metasilicat enthalten ist, bekommt man schleimige Ausscheidung von Kieselsäure.

28. Diese Additionsproducte kann man nicht als einfache Doppelverbindungen von *A* und Orthosilicat ansehen, da die Eigenschaften von *A* sehr verändert sind; so z. B. bei einigen Verbindungen wird bei ihrer Zerstörung nicht einfache Spaltung, sondern complicirtere Erscheinungen beobachtet, z. B. bei Humit $3Mg_2SiO_4 \cdot Mg_2F$ wird bei Erwärmung SiF_4 flüchtig, in Serpentin wird Wasser erst bei Rothgluth flüchtig u. s. w.

Gleichzeitig sind die physikalischen Eigenschaften dieser Verbindungen ziemlich verschieden von den Eigenschaften des Orthosilicates und des Körpers A . Im Allgemeinen bilden sich bei solchen Additionsreactionen ganz leicht chromatische Verbindungen, z. B. Serpentin grün, Humitgruppe gelb u. s. w. Diese Eigenschaft ist am meisten charakteristisch für analoge Additionsproducte eines Alumosilicatkernelnes (§ 57).

29. In diesen Verbindungen wird die allgemeine Formel $nR_2SiO_4 \cdot mA$ sich in eine einfachere

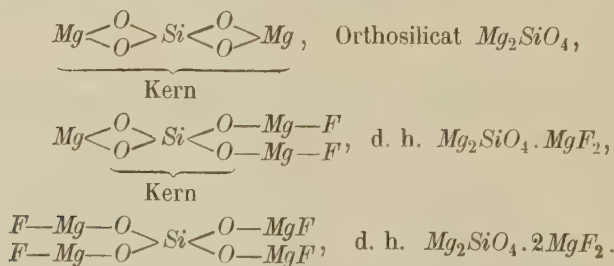


umwandeln, d. h. auf ein Partikel von A viele Partikel von Orthosilicat enthalten. Man beobachtet so zu sagen eine Verdichtung des Orthosilicatkernelnes, was wahrscheinlich seine Ursache in dem grossen Molekulargewichte von $Si(OH)_4$ hat, dessen richtige Formel $[Si(OH)_4]^p$ ($p > 4$) wäre. Aber auch theoretisch, durch die Annahme solcher kernartiger Constitution dieser Additionsproducte, kann man nur wenige Verhältnisse zwischen n und m erwarten. Das ist eine Prüfung der Theorie durch beobachtete Thatsachen, welche ganz gut übereinzustimmen scheint. Der Theorie nach können die Beziehungen zwischen n und m nur sein:

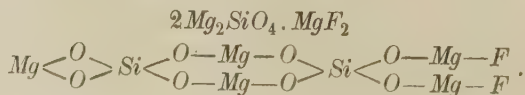
$$\begin{array}{ll} 1:1 & 3:4 \\ 1:2 & 3:2 \\ 2:1 & \text{u. s. w.} \end{array}$$

Das ist klar aus folgenden Betrachtungen.

30. Nehmen wir irgend welches Orthosilicat, z. B. Mg_2SiO_4 und $A = MgF_2$, und schreiben ihre Structurformel, dann erhalten wir:



Wie leicht zu ersehen ist, können keine anderen Additionsverbindungen zwischen einem Partikel von Orthosilicat und A beobachtet werden. In dem Additionsproducte $mR_4SiO_4 \cdot nA$ ist, wenn $m = 1$, $n = 1$ oder 2. Auch wenn viele Orthosilicatkerne zusammentreten, wenn eine Verdichtung des Orthosilicatkernelnes entsteht, kann n nur 1 oder 2 sein, wie aus der Formel leicht zu ersehen ist. Z. B. für

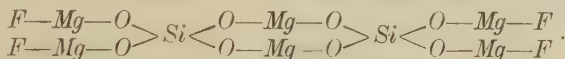


Die beobachteten Thatsachen entsprechen ganz den Voraussetzungen dieser Theorie.

31. Der Theorie nach kann man einige Isomere erwarten, unter welchen ich als Beispiel nur folgende Structur berühren will. Die Structur von $mR_4SiO_4 \cdot nA$ hat einen asymmetrischen Charakter, wenn m und $n = 1$, z. B. für $Mg_2SiO_4 \cdot MgF_2$



aber die Verbindungen von derselben procentischen Zusammensetzung können auch durch symmetrische Formeln dargestellt werden, wenn wir nur diese Formeln verdoppeln:



Einige Beispiele von ähnlichen Isomeriefällen haben wir vielleicht in der Serpentinegruppe u. s. w.

32. Wir haben im Mineralreiche folgende fünf Reihen von Additionsproducten mit Orthosilicat-kern, welche nach Metallen sich ordnen:

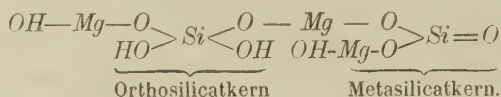
- 1) $nMg_2SiO_4 \cdot A$ $\left\{ \begin{array}{l} A = \text{Metasilicat, Serpentinegruppe.} \\ A = MgF_2, Mg(HO)_2, \text{Chondroitingruppe.} \end{array} \right.$
- 2) $nNi_2SiO_4 \cdot A$ $A = H_2O$, Niveitgruppe¹⁾.
- 3) $nCu_2SiO_4 \cdot A$ $A = H_2O$, Chrysokollgruppe¹⁾.
- 4) $nZn_2SiO_4 \cdot A$ $A = H_2O$, Calamingruppe²⁾.
- 5) $nMn_2SiO_4 \cdot A$ $A = MnS, MnCl_2$ u. s. w., Helvingruppe (Helvin, Danalith, Friedelit u. s. w.).

33. Von allen diesen Mineralgruppen ist die wichtigste und theoretisch die interessanteste die Serpentinegruppe. Zu dieser Gruppe gehören wenigstens zwei Mineralien, welche ihren physikalischen (optischen) Eigenschaften nach ganz verschieden sind, Antigorit und Chrysotil (Serpentin). Ihre empirischen Formeln sind gleich, $Mg_3H_4Si_2O_9$. Ueber Serpentin sind viele sehr interessante Experimente angestellt worden und Versuche gemacht, eine Structurformel zu geben (Clarke und Schneider), in welcher ein verschiedener Charakter der Mg -Atome vorausgesetzt wurde. Aber diese Versuche haben kein Resultat gegeben, und man konnte keinen scharfen Unterschied zwischen den Mg -Atomen nachweisen (Lindner, Brauns). Ich glaube aber, dass wir jetzt schon viele Daten haben, welche in dem Serpentin einen verschiedenen Charakter der Si -Atome zeigen, näm-

1) Vielleicht auch A ein Nickel- (resp. Kupfer-)Metasilicat, analog der Serpentinegruppe.

2) Calamin muss man für $Zn_2SiO_4 \cdot H_2O$ halten (Rammelsberg). Für diese Auffassung sprechen: 1) Uebergang durch Dehydratisirung in Willemite und 2) Auscheidung gallertartiger Kieselsäure durch Mineralsäuren.

lich: 1) Bei der Spaltung durch Wärme geht der Serpentin in Orthosilicat (Olivin) und Metasilicat (Enstatit) über (Daubrée, Clarke und Schneider). 2) Der Serpentin entsteht leicht in der Natur aus Orthosilicaten (Olivin), wie auch aus Metasilicaten (Enstatit und andere Pyroxene). 3) Durch die Behandlung mit Mineralsäuren erhält man die Kieselsäure nicht als gallertartige oder sandige, sondern nur als schleimige (§ 27), sehr charakteristische Ausscheidung. Alle diese Facta zeigen, dass wir in dem Serpentin Si sowohl als $\overset{|}{Si}=O$ (Metasilicat-kern), sowie auch als $-\overset{|}{Si}-$ (Orthosilicat-kern) haben. Man kann ihn sich als Additionsproduct $R_4SiO_4 \cdot A$ vorstellen, wo A Metasilicat enthält. Die Structurformel von Serpentin kann geschrieben werden:



Bei solcher Auffassung würde der Serpentin nicht durch einfachen Hydratisirungsprocess in der Natur entstehen, sondern durch die Wirkung von kieselhaltigem Wasser auf Olivin oder Pyroxen¹⁾.

2. Metasilicate.

34. Zu den Metasilicaten gehören die Salze und Additionsproducte zu den Salzen von Metakieselsäure. Ihre Structurformel ist charakterisirt durch eine doppelte Bindung an den Si -Atomen und kann schematisch als $>Si=O$ charakterisirt werden. Bei der Wirkung von Mineralsäuren scheidet sich die Kieselsäure aus den Metasilicaten als Sand oder pulverartig ab.

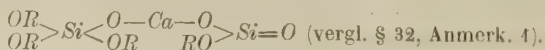
35. Die chemischen Eigenschaften dieser Gruppe sind viel einfacher und ganz verschieden von denen der Orthosilicate. In der Natur treffen wir fast nur Salze von Metakieselsäure, die Additionsproducte (z. B. Inesit?) sind sehr selten und wenig beständig. Wir haben hier zwei verschiedene Gruppen:

1) Neutrale Salze, Gruppe der Pyroxene und Amphibole.

2) Saure Salze, Gruppe des Talk.

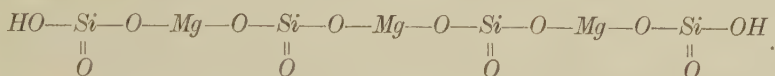
36. Die polymorphe und sehr beständige Gruppe der Pyroxene und Amphibole bildet ein ausgezeichnetes Lösungsmittel in isomorphen Mischungen für verschiedene Alumosilicate und Ferrisilicate. Unter diesen Alumosilicaten und Ferrisilicaten sind die bekanntesten $\overset{R}{R}Al_2SiO_6$ (wo $R = Mg$,

1) Es giebt in der Natur eine sehr analoge Calciumsilicatgruppe, zu welcher Okenit und Apophyllit gehören. Leider sind die Analysen der Mineralien dieser Gruppe sehr wenig brauchbar, und Apophyllit (welcher F^- , K^- und NH_4^- -haltiges Silicat enthält) ist sehr complicirt. Wahrscheinlich enthalten beide den Kern:

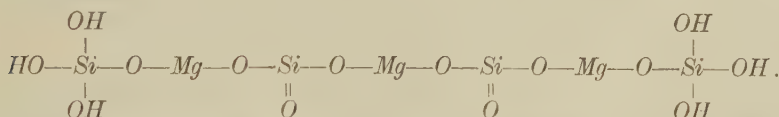


Ca, *Fe* u. s. w.) und $R_2Al_2Si_4O_{12}$ (resp. $R_2Fe_2Si_4O_{12}$) (wo $R = Na, K$). Mit den letzteren Alumosilicaten ist eine fast ununterbrochene Reihe von isomorphen Mischungen bekannt (mit Metasilicat resp. Alumo-(Ferri-)Silicat als Lösungsmittel).

37. Die Metasilicate unterscheiden sich sehr von den Orthosilicaten, da sie kettenartige Verbindungen bilden. Analoge Körper haben wir schon bei den Opalen (§ 21) erwähnt. Ganz Aehnliches bilden z. B. saure metakieselsaure Salze. Die Strukturformel von Talk kann folgendermassen geschrieben werden:



Rensselaerit, welcher $2H_2O$ mehr als Talk enthält, wird folgende Formel erhalten:

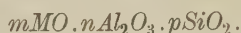


Bei dieser Verbindung sehen wir einen Uebergang in die Gruppe der Orthosilicate. Zwei Atome von *Si* haben schon ihre Metastructur verloren. Bei der nächsten Wirkung von Wasser (noch $2H_2O$) wird Rensselaerit in Orthosilicat übergehen; so finden wir eine Erklärung der Uebergänge zwischen Serpentin und Talk.

II. Alumosilicate.

38. Diese hauptsächlichste und wichtigste Gruppe der Silicate ist viel complicirter als die Gruppen einfacher Silicate, welche wir bis jetzt untersucht haben. Auch haben wir hier: 1) die Alumosilicate — Anhydride, Hydrate und Salze von verschiedenen Alumokieselsäuren (§ 44), und 2) die Additionsproducte zu jenen. Die wichtigste Gruppe ist die Gruppe von Salzen der Alumokieselsäuren. Ich werde deshalb, ehe ich zur Klassifikation der Alumosilicate übergehe, an die bekannten Eigenschaften dieser alumokieselsauren Salze erinnern.

39. Die allgemeine Formel derselben kann geschrieben werden:



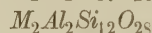
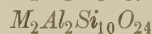
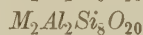
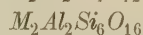
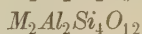
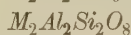
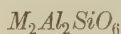
Die Beziehungen zwischen $m:n:p$ sind sehr beständig, regelmässig und geben einen wichtigen Fingerzeig zur Aufstellung einer Theorie der Alumosilicate. Wir können als Hauptergebnisse der Untersuchungen jetzt aufstellen:

a) Die Beziehungen zwischen m und n sind immer gleich 4:4, mit anderen Worten $m=n$. Dieses höchst wichtige Resultat der Forschungen scheint mir jetzt seit den Untersuchungen von Moroziewicz (über die

Structur der Granatgruppe und die Schmelzflüsse) fest begründet. Wir können annehmen, dass, wenn diese Beziehung nicht gleich ist (wenn $m \neq n$), wir mit Additionsproducten zu dem Alamosilicat kern (in welchem $m = n$) zu thun haben.

b) Das Verhältniss zwischen SiO_2 und Al_2O_3 ist sehr einfach. Wenn $m = n = 1$, dann ist $p = 1, 2, 4, 6, 8, 10$ und 12 . Bei den natürlichen Verbindungen haben wir meistens p nicht grösser als 6, und nur selten 8, 10, 12 (für Lithiumsilicate, künstlich durch Hautefeuille und Péan de St. Gilles erhalten, sowie für Pollux, Milarit u. s. w.).

40. Als Hauptresultat der bis jetzt bekannten Thatsachen sehen wir § 39), dass nur folgende alumokieselsaure Salze beobachtet wurden (wo M einwerthiges Metall ist):



Eine solche merkwürdige regelmässige Beziehung zwischen den Elementen muss gewiss irgendwelche Erklärung erhalten und kann ganz gut durch Structurformeln ausgesprochen werden. Theoretisch können wir diese Salze auf gewisse analoge Hydrate — $H_2Al_2SiO_6$, $H_2Al_2Si_2O_8$, $H_2Al_2Si_4O_{12}$ u. s. w. — und analoge Anhydride — Al_2SiO_3 , $Al_2Si_2O_7$ u. s. w. — beziehen.

41. Bei der näheren Untersuchung dieser Salzreihe kann man sich leicht überzeugen, dass man hier zwei selbständige Gruppen vor sich hat, welche einige Analogie mit den Orthosilicaten und den Metasilicaten zeigen. Nach ihren Umwandlungen sind die Salze von der Formel $M_2Al_2SiO_6$ ganz verschieden von allen anderen. Ich werde diese erste Gruppe als Salze mit Chloritkern, alle anderen als Salze mit Glimmerkern bezeichnen (s. §§ 46 ff.). Der Unterschied zwischen beiden Gruppen von Alumosilicaten wird durch folgende Resultate der Beobachtung bestätigt:

a) Es ist keine Reaction bekannt (in Natur und Laboratorium), bei welcher die Alumosilicate mit Chloritkern direct in Alumosilicate mit Glimmerkern übergehen oder umgekehrt.

b) Alle Alumosilicate mit Glimmerkern gehen sehr leicht in einander über. In der Natur und im Laboratorium können wir sehr leicht einen aus dem anderen bekommen (z. B. Muscovit-Orthoklas, Leucit u. s. w.).

c) Alumosilicate mit Glimmerkern geben bei der Verwitterung auf der Erdoberfläche Thone (analog der Bildung von Opalen aus einfachen Silicaten)

unter der Wirkung von Wasser und Kohlensäure. Diese Reaction ist nicht bekannt für Silicate mit Chloritkern¹⁾.

d) Der Uebergang von Alumosilicaten mit Chloritkern in Glimmerkern-Alumosilicate kann nur durch Additionsproducte besonderer Structur (s. unten Uebergang von Granat in Chlorit § 63) geschehen.

e) Eine merkwürdige Eigenschaft besitzen die Chromsilicate, wenn sie in Alumosilicaten als isomorphe Beimischung enthalten sind: die Chromsilicate mit Chloritkern sind roth oder rosa gefärbt, die Chromsilicate mit Glimmerkern sind grün gefärbt. Diese verschiedene Färbung deutet auf eine ganz verschiedene Structur dieser beiden Klassen von Verbindungen.

42. Die Structurformeln dieser beiden Gruppen von Verbindungen zeigen ganz klar ihre verschiedenen Eigenschaften. Es scheint mir, dass die Structur dieser Verbindungen ganz verschieden von der Structur der einfachen Silicate ist und viele Analogien mit Aluminaten zeigt. Wir haben es hier mit complexen Säuren und ihren Salzen zu thun und müssen versuchen zu bestimmen, wie es möglich wäre, schematisch die Orientirung von Elementgruppen darzustellen, so dass sie den beobachteten Thatsachen nicht widersprechen. Die erste Frage berührt die Stellung der Hydroxylgruppen, ob sie mit *Al* oder *Si* verbunden sind. Folgende Betrachtungen scheinen mir zu zeigen, dass die erste Alternative wahrscheinlicher ist, d. h. dass der Aluminatcharakter der Alumosilicate viel ausgesprochenener ist, als ihr Silicatecharacter.

43. Diese Thatsachen sind folgende:

a) Das Verhältniss zwischen den Hydroxylgruppen (resp. Metalloxydgruppen) und den Thonerdegruppen ist immer constant, aber das Verhältniss zwischen den Hydroxylgruppen und der Kieselsäuregruppe ist schwankend. Wir haben überall zwei Hydroxylgruppen auf eine Al_2O_3 (§ 39).

b) Bei verschiedenen chemischen Reactionen von Alumosilicaten mit Glimmerkern, wenn das Alumosilicat nicht zerstört ist, bleibt das Verhältniss von Al_2O_3 und M_2O unverändert, aber die SiO_2 -Moleküle spalten sich ab, oder lagern sich an den Glimmerkern an.

c) Bei der vollständigen Zerstörung von Alumosilicaten bilden sich Aluminate, aber nicht Silicate (§ 43).

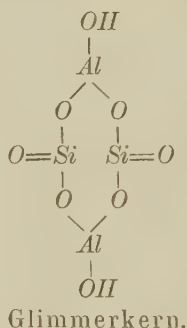
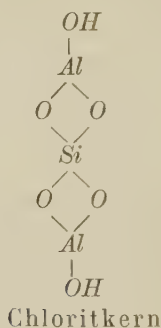
44. Aus diesen Beobachtungen können wir den Schluss ziehen, dass die Hydroxylgruppen mit den Aluminiumatomen der Alumosilicate verbunden sind. Aber diese Aluminiumatome bilden einen zusammengesetzten, sehr beständigen Kern mit Siliciumatomen. Dieser zusammengesetzte Kern bleibt unverändert bei den meisten chemischen

¹⁾ In der Literatur findet man einige Beobachtungen von dem Uebergange von Chlorit in Thon, aber ohne Analysen und genaue Untersuchung der Producte.

Reactionen, und diese Eigenschaft ist ausserordentlich charakteristisch für Aluminosilicate. Für solche mit Glimmerkern ist sie viel frappanter ausgeprägt, als für die Mineralien mit Chloritkern. Nur sehr schwer kann dieser Kern zerstört werden, und wir sehen, dass in der Natur nur in wenigen Fällen oder nach langen Reihen von Reactionen diese Zerstörung geschehen kann (z. B. Bildung von Beauxit und Opal aus Feldspäthen u. s. w.).

45. Diese Beständigkeit des Kernes ist charakteristisch für cyklische chemische Verbindungen, und wenn wir eine Vergleichung mit gut untersuchten Theilen der Chemie, mit der sogenannten organischen Chemie, machen wollen, zeigen die Aluminosilicate viel Aehnlichkeit mit den heterocyklischen Verbindungen: dieselbe Beständigkeit des Kernes bei verschiedenen Additions- und Substitutionsreactionen und sehr schwierig vor sich gehende Substitution von Elementen, welche cyklisch verbunden sind. Diese cyklischen Kerne sind aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt.

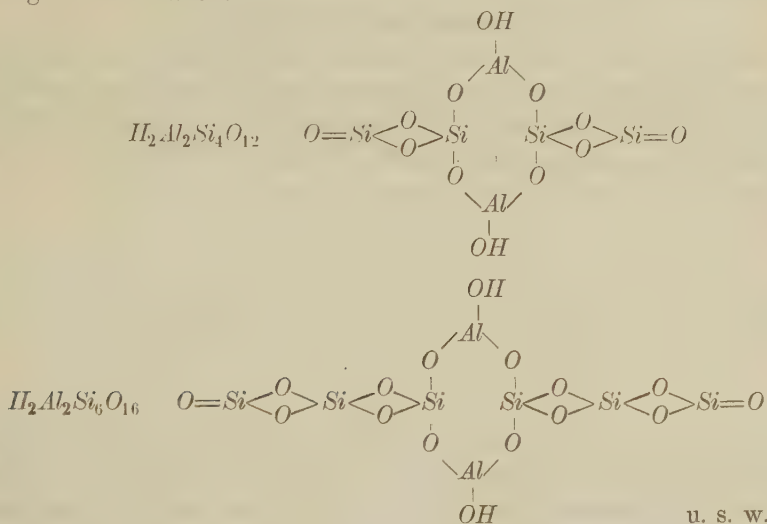
46. Nach allem Vorhergesagten kann die Zusammensetzung von einfacheren Aluminosilicaten durch folgende Structurformeln des Kernes dargestellt werden:



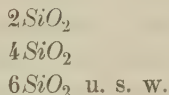
47. Wenn wir diese beiden Formeln genauer betrachten, so sehen wir, dass diese beiden Kerne ganz verschieden nach der Stellung der Si-Atome sind, und diese Verschiedenheit ist analog der Verschiedenheit zwischen Ortho- und Metasilicaten. Nach der Stellung ihrer Si-Atome sind die Chloritkernsilicate analog den Orthosilicaten, die Mineralien des Glimmerkernes analog den Metasilicaten; aber sie unterscheiden sich beide von diesen Verbindungen durch die Stellung ihrer Hydroxylgruppen und durch die kettenartige Natur des Chloritkernes.

48. Wir haben gesehen (§ 40), dass man viel mehr alumokieselsaure Salze beobachtet hat, als aus diesen (§ 46) zwei Formeln folgt. Wegen ihres leichten Ueberganges in die Verbindungen des Typus $R_2Al_2Si_2O_8$ haben wir allen diesen Salzen die Structur des Glimmerkernes beigelegt. Sie unterscheiden sich von den einfachen Glimmerkern-Aluminosilicaten nur durch neue Paare von SiO_2 -Gruppen. Diese SiO_2 -Gruppen unterscheiden sich durch

ihre chemischen Eigenschaften von den ersten zwei Molekülen SiO_2 , indem sie ziemlich leicht ausscheiden und nicht minder leicht mit dem Alumosilicat wieder in Verbindung gebracht werden können. Diese Eigenschaft hat hervorragende Bedeutung in verschiedenartigen Synthesen der Alumosilicate. Die ersten zwei Gruppen SiO_2 sind aber davon verschieden und können nur bei Behandlung von Alumosilicat durch stärkere chemische Mittel (bei Zerstörung des Alumosilicats) ausgeschieden werden. Diese zwei SiO_2 -Gruppen gehören dem Kerne an und sind cyklisch verbunden mit Al , O u. s. w.; alle anderen SiO_2 -Gruppen sind viel lockerer gebunden und müssen in Nebenkettten enthalten sein. Wir können die Structurformeln aller dieser Verbindungen so schreiben:

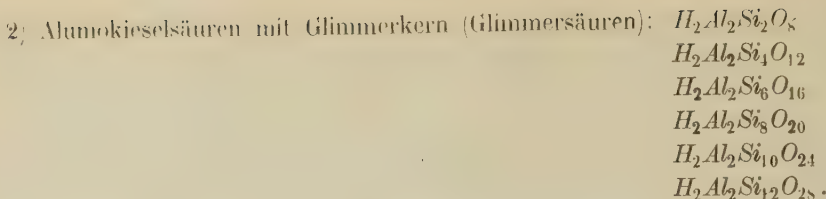


Die neuen SiO_2 -Gruppen stehen in Nebenzweigen und sind anders verbunden, als die zwei Gruppen von SiO_2 , welche mit Al_2O_3 heterocyklische Kerne bilden. Aus diesen Formeln klärt sich noch eine andere Eigenschaft der Alumosilicate auf, welche durch empirische Beobachtungen gefunden ist: symmetrische Formeln sind nur möglich, wenn die SiO_2 -Moleküle paarweise weggenommen oder addirt werden. Aus den Formeln sieht man, dass nur Alumosilicate möglich sind (wenn symmetrische Formeln für beständige zu halten sind), wenn wir in ihnen haben:



49. Aus diesen Betrachtungen folgt, dass wir folgende Alumokieselsäuren haben:

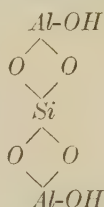
1) Alumokieselsäure mit Chloritkern (Chloritsäure): $H_2Al_2SiO_6$.



So sehen wir, dass die Alumokieselsäuren der Glimmergruppe eine homologe Reihe bilden, deren Glieder durch $2SiO_2$ sich unterscheiden, was auch durch die Bedingung der Bildung symmetrischer Formeln mit Glimmerkern sich aussprechen lässt.

1. Gruppe mit Chloritkern.

50. Nach diesen allgemeinen Betrachtungen können wir zur Untersuchung verschiedener Mineralien der beiden Gruppen von alumokieselsauren Salzen übergehen. Die erste Gruppe unterscheidet sich durch die Structur des Kernes, in welchem keine doppelte Bindung bei den SiO -Atomen vorhanden ist, d. h. mit dem (kettenartigen) Kerne:



Diese Gruppe von Mineralien besteht aus Salzen und ihren Additionsproducten, aber fast alle Glieder der Gruppe sind sehr wenig untersucht. Die Salze und Additionsproducte können mit einander isomorphe Mischungen geben. Die Additionsproducte sind viel verbreiteter. Von den einfachen Salzen sind wenige Verbindungen bekannt, z. B. Margarit $CaAl_2SiO_6$, einige Chlorite u. s. w. ¹⁾. Es ist nicht möglich, diese Salze von ihren Additionsproducten zu trennen. Die Mineralien mit Chloritkern bilden sehr zusammengesetzte isomorphe Mischungen, deren einfache Bestandtheile bis jetzt nur wenig und unvollständig aufgeklärt sind. Sie geben auch isomorphe Mischungen mit Metasilicaten (§ 36).

51. Die unvollständigen Untersuchungen dieser Mineralien erlauben bis jetzt keine festgestellten chemischen Formeln zu schreiben; für die meisten Verbindungen können wir auch nicht einmal empirische Formeln geben. Nur die Untersuchung der chemischen Umwandlungen in der Natur, sowie einige synthetische Versuche begründen die Behauptung, dass alle diese Mineralien zu den Silicaten mit Chloritkern gehören. Alle diese Silicate können erstens ziemlich leicht in einander übergehen oder auf der Erdoberfläche

¹⁾ Hierher gehört auch Prismatin.

chloritartige Producte geben und zweitens wandeln sie sich nicht in Alumosilicate mit Glimmerkern oder Thone um. Die chemische Analyse widerspricht nicht der Möglichkeit dieser Behauptung.

52. - Zu diesen Mineralien, deren allgemeine Formel

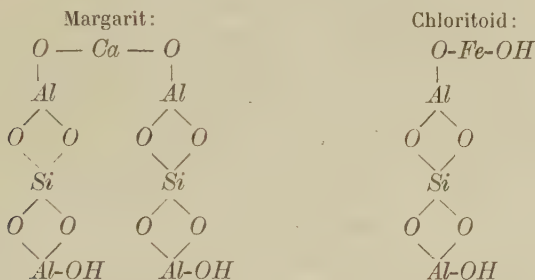


können gerechnet werden:

I. Die Staurolith- und Clintonitgruppe

(Staurolith, Clintonit, Chloritoid, Margarit, Xanthophyllit).

Hierher gehören einige einfache Alumosilicate, z. B.



Aber die meisten sind sehr complicirt und können nur durch die allgemeine Formel $mR_2Al_2SiO_6 \cdot A$ dargestellt werden. Der Atomcomplex A ist theilweise Aluminat oder thonerdereiches Alumosilicat.

II. Chloritgruppe.

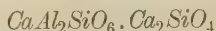
Diese wichtige Gruppe enthält keine Verbindungen, von welchen auch nur empirisch richtige Formeln bekannt sind. Wir haben hier Additionsproducte und innige isomorphe Mischungen von Alumo- und Ferrisilicaten ($R_2Al_2SiO_6$ mit $R_2Fe_2SiO_6$). Alle diese Körper sind durch Uebergänge mit einander verbunden. Der Atomcomplex A ist meistens ein an Wassermolekülen reiches Silicat. Die bekannten Verbindungen können in folgende Untergruppen getheilt werden:

- | | | |
|--|---|---|
| 1. Chlorite mit vorherrschendem Alumosilicat (im Kerne meistens $MgAl_2SiO_6$) | } | Leukopennin, Leuchtenbergit,
Pennin, Klinochlor. |
| 2. Chlorite mit Alumo- und Ferrisilicat (im Kerne meistens $Fe(Al, Fe)_2SiO_6$) | } | Prochlorit. |
| 3. Chlorite mit vorherrschendem Ferrisilicat (im Kerne meistens $FeFe_2SiO_6$) | } | Thuringit, Chamosit,
Cronstedtit. |
| 4. Chlorite mit viel Chromsilicat | } | Kämmererit, Rhodochrom. |
| 5. Chlorite, welche reich an Wasser ¹⁾ sind (Hydrochlorite) | } | Jefferisit, Vermiculit. |

1) Dieses Wasser in Hydrochloriten (sowie in Hydromica u. s. w.) scheint eine Lösung in Alumosilicat zu bilden. Alle ähnlichen Erscheinungen lasse ich hier bei Seite.

III. Melilithgruppe.

Die Stellung dieser Gruppe ist nicht klar. Gehlenit kann ziemlich gut als



dargestellt werden. Vielleicht haben wir hier ein Additionsproduct zu dem Orthosilicat, wo A Alumosilicat ist¹⁾.

53. Die Unmöglichkeit, auch nur ihre procentische Zusammensetzung durch eine einfache Formel auszusprechen, erlaubt keine theoretische Formel aufzustellen. Im jetzigen Zustande der Frage muss man jede Theorie dieser Verbindungen (Silicate mit Chloritkern) bei Seite lassen, und alle Formeln, welche für diese Verbindungen durch Clarke, Groth, Tschermak u. A. gegeben sind, können nur theoretisch und schematisch sein. Als einen Gewinn der hier aufgestellten theoretischen Ansichten halte ich die strenge Begrenzung dieser Gruppe. Nur durch weitere neue Untersuchungen können wir eine Aufklärung über die Structur dieser Gruppe erwarten.

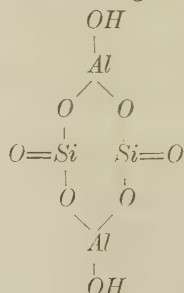
2. Gruppe mit Glimmerkern.

54. Viel wichtiger und viel besser untersucht ist die Glimmerkerngruppe der Alumosilicate. Zu dieser Gruppe gehören die verbreitetsten und wichtigsten Mineralien. Als Kennzeichen dieser Gruppe können wir aufstellen:

a) Alle diese Verbindungen gehen leicht in einander (in Natur und Laboratorium) über.

b) Auf der Erdoberfläche gehen sie alle in Thone über.

c) Ihre Structurformel enthält einen gemeinsamen heterocyklischen Kern, welcher sehr wenig durch die meisten Reactionen sich umwandelt. Die Si -Atome sind verschieden ihrer Natur nach; zwei können nur bei der Zerstörung der Verbindung entnommen werden und haben doppelte Bindung, die anderen können leicht weggeführt oder addirt werden. Die Kernstructur kann schematisch durch folgenden Cyklus dargestellt werden:

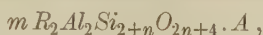


55. Die verschiedenen Salze von Glimmerart (§ 49) geben leicht mit

1) Auch scheinen die Bedingungen, bei welchen der Gehlenit (resp. Melilith) sich bildet, mehr für seine Orthosilicatstructur, als für Alumosilicat mit Chloritkern zu sprechen.

einander isomorphe Mischungen, z. B. Anorthit und Albit. Sie können aber auch leicht isomorphe Mischungen mit einigen Silicaten (und Aluminaten?), z. B. mit Metasilicaten (Aegirin) und ihren Additionsproducten geben. Die Additionsproducte mit Glimmerkern sind ausserordentlich verbreitet und wichtig.

56. Alle Additionsproducte können direct durch das Zusammenbringen von Glimmerkern-Alumosilicat mit verschiedenen Atomcomplexen bei bestimmten Temperaturen synthetisch erhalten werden. Ihre allgemeine Formel ist:



wo $m = 1, 2, 3$ u. s. w. Dieser Atomcomplex A kann durch einfache Reactionen in einen anderen Atomcomplex A_1 umgewandelt werden, so dass der Kern der Verbindung unverändert bleibt. Der Atomcomplex A oder A_1 verändert durch das Eintreten in das Alumosilicat seine Eigenschaften (§ 28), so dass wir hier keine sogenannte doppelte Verbindung haben.

57. Die physikalischen Eigenschaften der Additionsproducte sind in einigen Beziehungen eigenthümlich. Ich will hier nur eine Eigenschaft berühren, da sie sehr wichtig und durch die Structur bedingt ist. Die Additionsproducte von farblosen Alumosilicat und Atomcomplex A sind stark chromatisch. Man kann jetzt noch nicht sagen, ob dies eine allgemeine Eigenschaft ist, aber sie ist sehr verbreitet. Wenn das Additionsproduct weiss ist, zeigt es nichtsdestoweniger ein Absorptionsspectrum. Als Beispiel von solcher charakteristischer Wirkung können wir z. B. nennen:

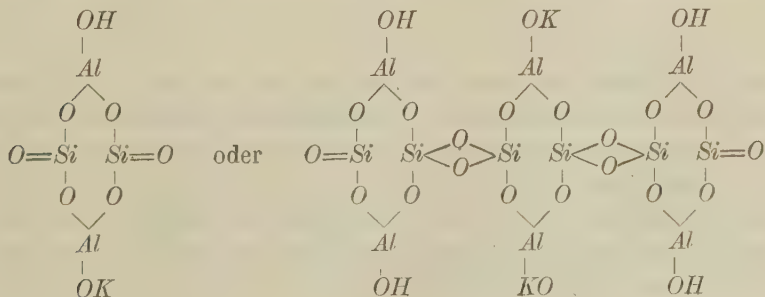
$p Na_2 Al_2 Si_2 O_8 A$, rosa und roth (Cancrinit), gelb (Cancrinit, Nephelin), blau (Ultramarin, Häüyn und Sodalith), roth (Ultramarin mit Se) u. s. w.

$R_2 Al_2 Si_2 O_8 \cdot R_2 SiO_4$, Granate u. s. w.

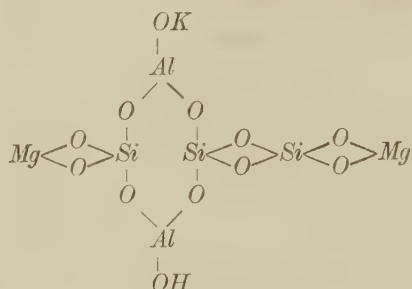
58. Die Classification dieser Alumosilicate ist bei der Verbreitung von isomorphen Mischungen sehr verschiedenartiger Structur ziemlich complicirt. Ich werde hier nur eine allgemeine Uebersicht von einigen wichtigeren hierher gehörigen Mineralgruppen geben.

I. Glimmergruppe.

Das wichtigste Glied der Gruppe ist $(K, H)_2 Al_2 Si_2 O_8$ (rein in Muscovit):



Die Analyse von verschiedenen Glimmerarten kann leider keine gute chemische Formel geben, da die Structur der verschiedenen einfachen Verbindungen, die in die Glimmer eingehen, unbekannt ist. Es scheint, dass in den Biotiten in der Mischung eine Verbindung mit dem *Si*-Atome von der Structur $-\overset{|}{\text{Si}}-$ eintritt, z. B. $(K, H)_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot (\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$, d. h. das Additionsproduct:

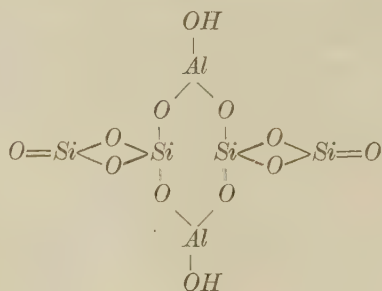


(was durch Uebergänge von Biotit in Granat und Chlorit bestätigt ist).

Die Glimmergruppe kann in vier Abtheilungen getheilt werden:

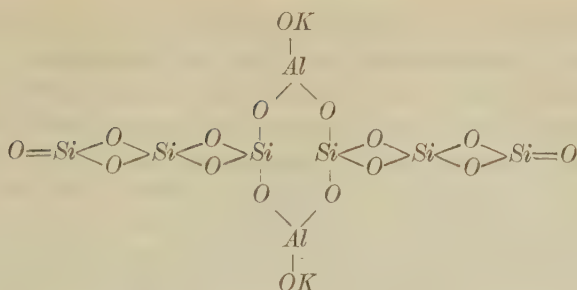
- 1) Muscovitreihe (vorherrschend $R_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$): Muscovit, Paragonit, Phengit, Lepidolith, Fuchsit.
- 2) Biotitreihe (vorherrschend $mR_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot (\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$): Phlogopit, Meroxen, Anomit, Zinnwaldit.
- 3) Lepidomelanreihe (vorherrschend $mR_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot (\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$): Lepidomelan.
- 4) Hydromica: Glaukonit, Damourit, Hydrobiotit.

59. Die zweite Gruppe dieser Aluminosilicate bildet die des Leucit mit dem Kerne



Die reine Säure von dieser Structur ist Pyrophyllit. Zu der Leucitgruppe gehören: Leucit, Spodumen, Jadeit, Aegirin (Ferrisilicat). Sie hat die sehr ausgeprägte Eigenschaft, leicht isomorphe Mischungen mit Metasilicaten (Augit-Hornblende) zu bilden.

60. Feldspathgruppe. Zu dieser wichtigsten Gruppe gehören die isomorphen Mischungen von $R_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ($R=\text{Ca}, \text{Ba}$) und $R_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ ($R=\text{Na}, \text{K}$). Die Structur der letzten Glieder ist:



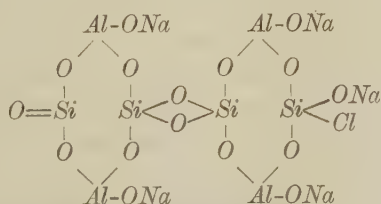
61. Wir haben noch kieselsäurereichere Verbindungen, z. B. Petalit, aber ausser diesen Gruppen haben wir keine Alumosilicate mehr, in welchen die einfachen Salze die Hauptrolle als Lösungsmittel spielen. In allen anderen stehen am ersten Platze Additionsproducte.

Von diesen ist die Nephelingrouppe die wichtigste. Ihre allgemeine Formel ist: $nNa_2Al_2Si_2O_8.A$ (wo $n = 2$ und 3). Wir haben hier:

- $A = SiO_2$, Nephelin,
- $A = (Ca, Na_2)CO_3$, Cancrinit,
- $A = (Na_2, Ca)SO_4$, $NaCl$, Davyn,
- $A = NaCl$, Sodalith,
- $A = CaSO_4$, Na_2SO_4 , Haüy'n, Nosean,
- $A = NaHS$, Ultramarin.

Die synthetischen Daten, welche wir über diese Gruppe haben (leichte Bildung aus und Uebergang in Kaolin, Glimmer u. s. w., leichter Uebergang in einander (Austausch des Atomcomplexes A), einfache synthetische Bildung durch blosse Wirkung von A auf $Na_2Al_2Si_2O_8$ u. s. w.), erlauben die Aufstellung von Structurformeln. Als Beispiel für α -Sodalith

($2Na_2Al_2Si_2O_8.NaCl$):

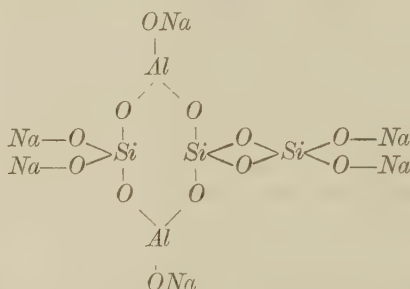


(wahrscheinlich doppelte symmetrische Formel, d. h. $4Na_2Al_2Si_2O_8.2NaCl$).

62. Ich werde hier als Beispiele noch zwei andere wichtigere Gruppen von Additionsproducten beibringen: Epidotgruppe und Granatgruppe. Die Analysen für viele Mineralien der Epidotgruppe geben eine bestimmte, unzweifelhafte Formel: $3R_2(Al, Fe)_2Si_2O_8.R(OH)_2$, z. B. für den reinen Ca -Zoisit: $3Ca_2Al_2Si_2O_8.Ca(HO)_2$. Leider sind diese Producte synthetisch noch nicht erhalten, aber wir wissen, dass sie in der Natur bei niedrigen Temperaturen aus Plagioklasen zu erhalten sind und unter der Wirkung von Ca - und Fe -haltigen

Lösungen sich bilden. Im Plagioklas ist immer $CaAl_2Si_2O_8$ enthalten. Man kann diesen Verbindungen die Structur $3CaAl_2Si_2O_8 \cdot A$, wo $A = Ca(HO)_2$, geben. (Ihre Structurformel wird durch Verdoppelung dieser Formel erhalten.) Wenn diese Auffassung der Epidotstructur richtig ist, so ist das reine Ca -Alumosilicat der Epidotreihe (Zoisit) durch Wirkung von $Ca(HO)_2$ -haltigen Lösungen auf Anorthit zu erhalten. Mit dieser Synthese bin ich jetzt beschäftigt. In der Epidotreihe haben wir eine isomorphe Mischung von analogen Alumo-, Ferri-, Chrom- und vielleicht Mangansilicaten: Epidot, Fouqueit (Klinozoisit), Zoisit, Chromzoisit, Thulit, Piemontit, Chromepidot. Man kann bemerken, dass die Mineralien der Epidotreihe immer farbige Substanzen (oder Substanzen mit starkem Absorptionsspectrum) geben (§§ 57, 28).

63. Die andere, die Granatgruppe, ist sehr interessant, da wir hier sicher beobachtete Beispiele vom Uebergange in Glimmer (Thon) und Chlorit haben. Die Structur dieser Gruppe scheint nach den Arbeiten von Bäckström, Brögger und Moroziewicz aufgeklärt zu sein. Wir haben hier Additionsproducte zum Glimmerkerne: $R_2Al_2Si_2O_6 \cdot R_4SiO_4$, wo A Orthosilicat ist. Für Lagoriolith¹⁾ z. B.:



Man findet hier in der Nebenkette ein Si -Atom, welches seiner Stellung nach analog dem Si des Chloritkernes ist.

Eine solche Structur der Granate kann aus folgenden Daten resultiren: 1) Bei Schmelzung (Zerstörung des Additionsproductes) der Granate erhalten wir Alumosilicat (z. B. Anorthit) und Orthosilicat (z. B. Olivin) (Experimente von Dölter u. A.). 2) Die Granate können auch vice versa durch die Wirkung von Orthosilicat auf Alumosilicat (z. B. Anorthit) bei hoher Temperatur erhalten werden. 3) Sie gehen in Glimmer und Thone über (Biotit s. § 58); 4) sie gehen in Chlorit über; 5) sie können sich leicht in Mineralien der Nephelinreihe umwandeln (Lagoriolith nach Moroziewicz, d. h. Austausch der A -Gruppe). Auch ihre chromatischen Eigenschaften sind den anderen Additionsproducten mit Glimmerkern ähnlich.

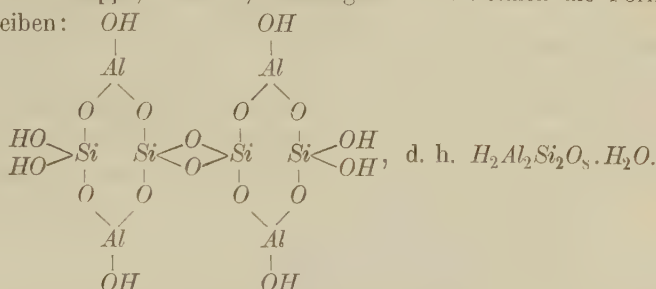
1) Man kann diese Formel auch so schreiben:

$$\begin{array}{c}
 NaO \\
 NaO \\
 NaO \\
 NaO
 \end{array}
 > Si < \begin{array}{c} O \\ O \\ O \\ O \end{array} Al-O > Si < \begin{array}{c} O-Na \\ O-Na \\ O-Na \\ O-Na \end{array}$$

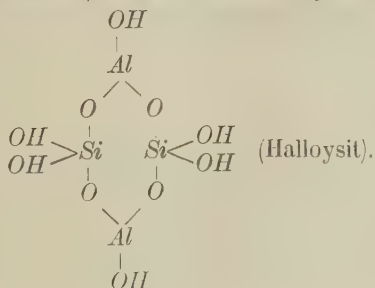
64. Ich werde nur noch einige Bemerkungen über andere Klassen von Alumosilicaten machen. Ausser den Salzen für die Alumosilicate haben wir auch noch freie Säuren, sogenannte Thone. Es scheint, dass für Chloritkernsilicate bis jetzt kein Thon beobachtet wurde. Schlösing und Zemjatschensky konnten nicht die selbständige Existenz von $H_2Al_2Si_2O_6$ beweisen.

Thone.

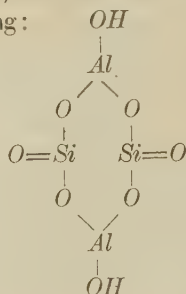
65. Die chemische Natur der Thone als Säuren ist in §§ 43—44 gezeigt. Ich will hier noch bemerken, dass wir in der Natur Hydrate und ihre Additionsproducte haben. Als Beispiel kann man den wichtigsten Repräsentanten der Gruppe, Kaolin, beibringen. Wir können die Formel des Kaolin schreiben:



Wie wir aus dieser Formel sehen, ist der Charakter der Hydroxylgruppen verschieden. Wir haben hier ein Additionsproduct zu der Glimmersäure, d. h. $H_2Al_2Si_2O_5 \cdot A$, wo $A = H_2O$ ist. Der verschiedene Charakter von Hydroxylgruppen ist durch Versuche bestätigt: 1) Ein Molekül von H_2O kann bei viel niedrigerer Temperatur ausgeschieden werden, als das andere. Es kann leicht zurückgenommen werden, wenn das andere Molekül H_2O nicht ausgeschieden ist (d. h. wenn der Kern nicht zerstört ist); 2) bei Verlust von einem H_2O -Molekül sind die chemischen Eigenschaften des Kaolin verändert, z. B. wird derselbe dann leicht in Säuren »löslich« (Zemjatschensky); 3) nur ein H_2O -Molekül (welches an Al gebunden ist) kann durch Metalloxyde substituirt werden. Aus Kaolin werden wir immer die Salze $M_2Al_2Si_2O_5$ erhalten (nicht $M_4Al_2Si_2O_9$), z. B. $Na_2Al_2Si_2O_5$, $K_2Al_2Si_2O_5$ u. s. w. Theoretisch können wir noch die Aufnahme von einem dritten Molekül H_2O erwarten, wie es bei Halloysit beobachtet ist:



Die freie Glimmersäure $H_2Al_2Si_2O_6$ ist nicht bekannt. Es scheint, dass sie leicht aus Rectorit¹⁾ zu erhalten ist, da Rectorit bei 120° Wasser verliert und in die Verbindung:



übergeht, welche ein Analogon des Pyrophyllit bildet und im freien Zustande in der Natur unbekannt ist.

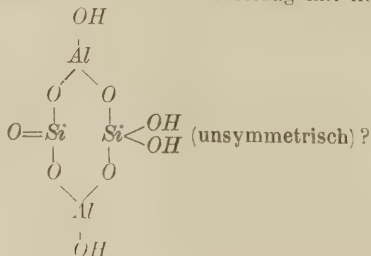
66. Alle Thone können als natürliche mechanische Mischungen von folgenden Säuren und ihren Additionsproducten angesehen werden:

- 1) Kaolin $H_2Al_2Si_2O_6 \cdot H_2O$ (zum Theil asymmetrischer Rectorit?).
- 2) Halloysit $H_2Al_2Si_2O_6 \cdot 2H_2O$.
- 3) Pyrophyllit $H_2Al_2Si_4O_{12}$.
- 4) Montmorillonit $H_2Al_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$.
- 5) Nontronit $H_2Fe_2Si_2O_6 \cdot H_2O$.

Vielleicht können noch einige andere theoretisch mögliche Glieder vorhanden sein: $H_2Al_2Si_2O_6$, $H_2Al_2Si_4O_{12} \cdot H_2O$ u. s. w. Es ist möglich, dass in einige Thone auch Opale (Allophan) und Aluminiumoxydhydrate (z. B. im Dillnit) eingehen können.

67. Wir haben noch eine besondere Gruppe von Mineralien, von freien Alumokieselanhydriden, in der Gruppe des Sillimanit. Hier haben wir den Kern der Chloritgruppe und deren Additionsproducte verbreitet. Auch isomorphe Mischungen mit nicht vollständigen Hydraten (Anhydriden, deren O nur theilweise durch HO substituiert ist) und Haloidverbindungen sind zu beobachten (Zunyt, Topas). Es ist merkwürdig, dass hier ein Additionsproduct in die Gruppe Al, meistens reich an Al_2O_3 , eingeht (s. § 52). Nur Xenolith ist vielleicht ein Anhydrid (Additionsproduct) mit Glimmerstructur.

1) Es wäre sehr wünschenswerth, den Rectorit genau zu untersuchen. Seine Formel (ein unbeständiges Isomeres von Kaolin?) ist etwas fraglich. Aber seine physikalischen Eigenschaften erlauben keine Verwechslung mit Kaolin. Ist seine Formel:



68. Ich werde hier nicht ausführlicher in die weitere Entwicklung dieser theoretischen Ansichten eingehen. Ich bin mir vieler Lücken und Unklarheiten der Theorie bewusst, aber ich publicire nichtsdestoweniger diesen Entwurf, da er von anderen Klassificationsversuchen durch Hervorhebung von synthetischen Versuchen und chemischen Eigenschaften sich unterscheidet, mehrere Processe auf der Erdoberfläche einfacher explicirt und viele Fingerzeige für Synthesen giebt. Als Anhang in Form einer Tabelle ist ein Versuch der Klassification der natürlichen Silicate beigegeben.

Anhang.

Klassification der wichtigsten natürlichen Silicate.

A. Einfache Silicate (Salze, Hydrate und ihre Additionsproducte).

I. Hydrate.

1. Gruppe der Opale und Halbopale (§ 21).

II. Salze.

a) Orthokieselsaure Salze und ihre Additionsproducte.

1. Orthokieselsaure Salze.

2. Gruppe des Olivin (Olivin, Forsterit, Fayalit, Willemit, Troostit, Monticellit u. s. w.).

3. - - Sepiolith (saure Salze).

2. Additionsproducte.

4. Gruppe des Chondrodit (Humit, Klinohumit, Chondrodit etc.).

5. - - Serpentin (Serpentin, Antigorit etc.).

6. - - Chrysokoll (Chrysokoll, Asperiolith).

7. - - Numeit (Numeit, Rewdjanskit, Garnierit etc.).

8. - - Calamin.

b) Metakeselsaure Salze.

9. Gruppe der Pyroxene und Amphibole.

10. - - des Talk (saure Salze).

11. - - Apophyllit (Additionsproducte? s. § 33 Anm.).

B. Alumosilicate und die ihnen isomorphen Ferrisilicate, Chromsilicate etc. (complexe Anhydride, Salze, Hydrate und ihre Additionsproducte).

I. Complexe Anhydride und ihre Additionsproducte.

12. Gruppe des Sillimanit (Sillimanit, Andalusit, Disthen, Dumortierit, Xenolith, Topas).

II. Complexe Säuren (Hydrate) und ihre Additionsproducte.

13. Gruppe der Thone und Bole (Kaolin, Halloysit, Pyrophyllit, Montmorillonit, Nontronit).

III. Complexe Salze und ihre Additionsproducte.

a) Salze mit Chloritkern und ihre Additionsproducte.

14. Gruppe. Staurolith.

15. Gruppe. Clintonit (Margarit, Clintonit, Chloritoid, Xanthophyllit).
 16. - Chlorit (Leukopennin, Pennin, Leuchtenbergit, Klinochlor, Prochlorit, Thuringit, Cronstedtit, Chamosit, Jefferisit, Vermiculit).
 17. - Melilith (Melilith, Gehlenit) vergl. § 52.

b) Salze mit Glimmerkern und ihre Additionsproducte.

18. Gruppe der Glimmer (Muscovit, Paragonit, Sericit, Anomit, Lepidolith, Meroxen, Phlogopit, Lepidomelan, Zinnwaldit, Glaukonit, Fuchsit, Damourit, Hydrobiotit).
 19. - Leucit (Leucit, Spodumen, Jadeit, Aegirin).
 20. - Feldspäthe (Orthoklas, Natronorthoklas, Mikroklin, Anorthoklas, Albit, Anorthit, Labrador, Andesin, Oligoklas, Bytownit, Perthit).
 24. - Petalit.
 22. - Nephelin (Nephelin, Sodalith, Cancrinit, Nosean, Häüyn, Lasurit).
 23. - Karpholith (Karpholith, Lawsonit).
 24. - Skapolith (Mejonit, Wernerit, Dipyr, Marialith).
 25. - Epidot (Epidot, Fouqueit, Zoisit, Piemontit).
 26. - Granate (Andradit, Almandin, Grossular, Pyrop, Spessartin, Uwarowit, Melanit).
 27. - Vesuvian (Vesuvian, Wiluit).
 28. - Prehnit.
 29. - Cordierit, Liëvrit, Pollux (deren Stellung ist sehr zweifelhaft).
 30. - Zeolithe (Thomsonit, Natrolith, Mesolith, Skolezit, Analcim, Laumontit, Heulandit, Desmin, Phillipsit, Harmotom, Chabasit, Gmelinit etc.).

C. Berylliumhaltige Silicate (Beryll, Phenakit, Bertrandit, Leukophan).

D. Borsilicate:

- a) Einfache Borsilicate (Datolith, Danburit).
 b) Boralusosilicate (Turmalin, Axinit).

E. Silicate mit Ce- und Y-Erden.

F. Titanosilicate (Sphen, Astrophyllit).

G. Zirkonosilicate (Zirkon, Lâvenit, Wöhlerit, Eudyalit).

H. Uranosilicate.

III. Ueber Mohawkit, Stibiodomeykit, Domeykit, Algodonit und einige künstliche Kupferarsenide.

Von

G. A. Koenig in Houghton, Mich.

Das Vorkommen der Kupferarsenide in der Gediegen Kupfer-Formation der Keweenaw-Halbinsel ist fast so lange bekannt, als die dortigen Bergarbeiten im Gange sind. In Bezug auf dieses Vorkommen sind vor allem zwei Thatsachen mit der Zeit zum Vorschein gekommen, nämlich: 1) Die Arsenide finden sich nur spärlich auf den geschichteten Lagerstätten, sowohl Mandelstein- als Conglomeratlagern, in welchen das gediegene Kupfer bricht, sie werden vielmehr auf eigenen Spaltfüllungen getroffen und sind quergängig. 2) Diese secundären Gänge treten bislang nur im Liegenden des Schichtensystems auf gegen Südosten zu. Spurenweise findet sich Arsen im Raffinate aller Werke, so namentlich im Feinkupfer der berühmten Calumet- und Hecla-Gruben, welche vorzugsweise, ja bis vor Kurzem ausschliesslich, auf Conglomerat im Hangenden des Systems bauten, und erst in jüngster Zeit auch auf dem Osceola-Mandelstein (Amygdaloid) bauen. Das letztere ist zwar bedeutend tiefer als das Conglomeratlager, aber immerhin noch mindestens fünftausend Fuss über den abbauwürdigen Schichten des unteren Systems. Auf letzteren bauen die Werke: Mohawk in Keweenaw-County; Wolverine, Arcadian, Sheldon-Columbia, Isle-Royale consolidated, Atlantic, Baltic, Champion in Houghton County. Das Raffinatkupfer einiger dieser Werke enthält bis 0,2 % Arsen, und sie bauen ausschliesslich auf Mandelstein. Arsenkupferverbindungen als individualisirte Massen wurden zuerst auf der Sheldon-Columbia-Grube getroffen, sowohl Domeykit als Whitneyit. Da aber die Grube seit ca. 15 Jahren aufgelassen ist, so kamen keine neueren Vorkommen in den Handel. Das Auftreten einer Masse von Algodonit und Whitneyit auf der Pewabic-Grube bildete eine Ausnahme von der Regel. Denn dieses Werk, welches nunmehr mit Franklin vereinigt ist, baut auf dem Quincy-Amygdaloid, und dieses Lager gehört der oberen

oder hangenden Schichtenreihe an. Auf Huron wurde mehrmals Domeykit angefahren, und hiervon stammen schöne Exemplare des älteren Vorkommens. Am Südwest-Ende des Huronfeldes ist ein zu Tage gehender, Domeykit führender Quarzgang bekannt, doch tritt hier das Mineral nur in sehr schmalen Schnüren und Butzen auf, so dass ich kein hinreichend reines Material für eine quantitative Analyse sammeln konnte. Uebrigens hat Huron als selbständiges Werk zu bestehen aufgehört, indem es mit der Isle Royale-Grube verschmolzen wurde, worauf Sammler hiermit aufmerksam gemacht werden.

Im Frühjahr 1899 wurde beim Strassenbau in East-Houghton ein schöner Domeykitgang angeschürft auf dem Gebiete der alten Sheldon Columbia. Dieser Gang besteht vorherrschend aus Quarz und setzt in sehr flachem Winkel gegen das allgemeine Lagerstreichen auf. Mehrere stark veränderte Massen von Domeykit wurden als Geschiebe im glacialen Schutt im Hancock-Township aufgefunden am Nordufer des Portage-Sees. Auch ist ein Whitneyit führender Gang im dunklen Melaphyr in Keweenaw Co. bekannt und zwar unweit des Mohawkfeldes. Ich habe davon kein authentisches Handstück in Händen gehabt.

Das Werk Mohawk (nach dem bekannten Indianerstamme benannt) gehört zu den jüngsten Unternehmungen auf dem Gebiete des Kupferbergbaues. Es liegt etwa vier englische Meilen nordöstlich von Calumet, nahe an der Grenze der Grafschaften Keweenaw und Houghton, im Bereiche der erstgenannten. Bei den Aufschliessungsarbeiten wurde kurz vor Neujahr 1900 ein rechtwinkelig auf dem Lager stehender Gang angefahren, welcher verspricht dem Lake Superior-Bergbau ein neues Gepräge zu verleihen. Bisher verstand man hier unter Kupfererz ausschliesslich gediegen Kupfer. Vererztes Metall gehörte zu den grössten Seltenheiten. Man kannte Chalkosit, Bornit, Domeykit, Whitneyit, Cuprit, Malachit nur als Curiosa. Nunmehr aber versprechen die Arsenide auf Mohawk einen wesentlichen Antheil an der Kupfergewinnung zu nehmen. Wenigstens deuten darauf hin die seit Januar 1900 betriebenen Arbeiten auf dem Quergange. Derselbe wurde zuerst auf der zweiten Gezeugstrecke in der Mächtigkeit von zwölf bis fünfzehn Zollen durchfahren. Der Gang ist jetzt auf der ersten Strecke und durch Schürfen auch am Ausbeissen offen gelegt. Die Mächtigkeit ist freilich nicht constant, wie das ja auch gar nicht zu erwarten ist. Es sind aber bereits mehrere Tons des Erzes zur versuchsmässigen Verhüttung gekommen. Ueber die dabei gewonnenen Resultate ist noch nichts an die Oeffentlichkeit gelangt. Als Ergebniss meiner Untersuchungen ist jetzt auch das Antimon als Factor in die hiesigen Schmelzprocesse eingetreten, insofern nämlich Mohawk-Arsenide sich als permanent bauwürdig erweisen sollten. Anfangs Januar schickte mir Herr Fred. Smith, Director auf Mohawk, ein ca. fünf Pfund schweres Erz, fast ohne Gangart, etwas Calcit,

mit dem Ersuchen, dasselbe gründlich zu untersuchen. Eine Woche später berichtete ich über die Zusammensetzung und bemerkte, dass in dem Materiale ein neues Mineral vorläge, für welches ich den Namen »Mohawkit« vorschlug. Mehrere Wochen später erhielt ich auf mein Ansuchen eine grössere Menge der Erze, fand aber zu meinem Erstaunen nur zwei Stücke Mohawkit, während die anderen Stücke davon wesentlich abwichen, wie im Folgenden des Näheren beschrieben werden soll.

1. Mohawkit.

Das Mineral ist dicht; Krystalle nicht beobachtet. Die Structur ist meistens feinkörnig, kann auch etwas blätterig sein. Auf frischem Bruche ist die Farbe grau mit schwach gelblichem Anfluge. Läuft rasch an, aus Gelb in dunkel Blauviolett. In kochendem Wasser läuft eine frische Fläche sofort an, während in kaltem Wasser die Farbe sich mindestens einen Tag hält. Keinesfalls ist die Farbe ein gutes Merkmal. Das Mineral ist sehr brüchig, ohne Zähigkeit. Wegen des leichten Zermalmens ist die Härte nicht leicht und nicht sicher festzustellen, wahrscheinlich 3,5. Volumgewicht bei 21° C. = 8,07 im Mittel aus drei guten Wägungen (4,6294 g) und mit einwandfreiem Materiale, welches im Ueberflusse zu Gebote stand. Chemische Eigenschaften: In der geschlossenen Röhre schmilzt das Mineral bei dunkler Rothgluth; es bildet sich ein leichter Anflug von As_2O_3 , aber kein Arsenspiegel. An der Berührungsstelle zwischen Korn und Glas färbt letzteres sich sofort blau (Kobalt). Im offenen Rohre ähnliches, nur intensiveres Verhalten wegen kräftiger Oxydation. Auf Kohle in starker Oxydationsflamme viel Arsenrauch und schliesslich ein hämmerbares Metallkorn. In einem flachen Grübchen neben einer Boraxperle geschmolzen färbt diese sich sofort intensiv kobaltblau, und wenn man nach Plattner's Verfahren das gefärbte Glas häufig durch frisches ersetzt, so erhält man bald ein braunes Nickelglas und schliesslich ein grünes Kupferglas. Diese Probe sollte stets bei Arsenmetallen angewandt werden. Das Mineral enthält also Arsen, Kupfer, Nickel, Kobalt. Salzsäure wirkt nicht. Kochende Salpetersäure (1,42 spec. Gew.) giebt vollkommene Lösung, deren Farbe erst tiefgrün und dann graublau wird. Beim Domeykit erhält man eine rein hellblaue Lösung. Das Graue des Tones ist offenbar der Lichtabsorption des grünen Nickelnitrates und rothen Kobaltnitrates zuzuschreiben.

Die quantitative Analyse wurde nach mehreren Methoden ausgeführt. a) Das Ausfällen der Arsensäure aus der ammoniakalisch gemachten Nitratlösung ist nicht anzurathen, weil mit dem Magnesiumarsenat auch Nickel- und Kobaltarsenat ausfällt. b) Die Trennung des Arsens von den Metallen durch Schmelzen mit Natriumnitrat gab scharfe Resultate für das Arsen, aber zu wenig Kupfer. Hier liegt der Fehler offenbar an

der leichten Verstäubbarkeit der durch Schmelzen abgeschiedenen Metalloxyde. c) 0,5 g Substanz werden in einem bedeckten Becherglase mit 40 ccm concentrirter Salpetersäure digerirt, schliesslich gekocht und auf 5 ccm eingedampft. Es werden jetzt 150 ccm Wasser zugesetzt und dann Ammonhydrat bis zur rein durchsichtigen blauen Lösung. Man sättigt auf dem Wasserbade mit Schwefelwasserstoff und filtrirt an der Saugpumpe. Die Metallsulfide werden mit ca. 50 ccm Wasser in das Becherglas zurückgespült, 3 ccm Ammonhydrat zugefügt und, abermals auf dem Wasserbade, mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Im Filtrate sind nur wenige Milligramm Schwefelarsen, im abgesaugten Rückstande keine Spur. Wenn man so arbeitet, gehen weder Nickel noch Kupfer in die Ammonsulfidlösung über. Nickel und Kobalt wurden nach Fischer als Nitrate getrennt. Ich finde auch, dass man das krystallisirte Ammonmagnesiumarseniat auf einem Asbestfilter in Pyroarseniat verwandeln kann, ohne dass ein Verlust an Arsen durch Reduction stattfindet.

Aus vier Analysen wurden erhalten:

<i>Cu</i>	61,67
<i>Ni</i>	7,03
<i>Co</i>	2,20
<i>Fe</i>	Spur
<i>As</i>	28,85
	<hr/> 99,75

Daraus berechnen sich die Atomquotienten:

<i>Cu</i>	0,9803	
<i>Ni</i>	0,1200	
<i>Co</i>	0,0373	
	<hr/>	
	1,1376	2,958
<i>As</i>	0,3847	1,000

Man hat also genau das Verhältniss 3 : 1 des Domeykit. Es handelt sich hier um ein isomorphes Eintreten von Nickel und Kobalt an die Stelle des Kupfers. Man wird also ein beträchtliches Schwanken in den procentischen Zahlen erwarten dürfen im weiteren Verlaufe des Abbaues. Ein mechanisches Gemenge von Domeykit mit einem bekannten Nickelarsenide ist wie es mir dünkt ausgeschlossen, weil für letzteres ein Verhältniss 3 : 1 bislang nicht bekannt geworden, und weil auch das physikalische Verhalten der Substanz auf Homogenität hinweist. Wegen der Undurchsichtigkeit ist allerdings ein Beweis nicht zu erbringen; das stöchiometrische Verhalten wird als einzige wahre Grundlage anzusehen sein. Es scheint nämlich die Bindung 3 : 1 sehr kräftig zu sein, während 2 : 1 noch stärker ist, wie aus den nachher zu beschreibenden synthetischen Versuchen hervorgeht. Alle anderen Verhältnisse von Kupfer zu Arsenik zeigen mehr die Natur

von Legirungen, in welchen die Natur der beiden Elemente als solche ganz anders zum Ausdruck kommt, als in den obigen niedrigen Verhältnissen.

Selbstverständlich lag nun die Frage nahe, in wie weit die bisher bekannten Kupferarsenide von Nickel und Kobalt frei sind. F. A. Genth erwähnt sie nicht, während Cl. Winkler in dem Zwickauer Vorkommen 0,44 % angiebt. Selbst im Domeykit von Michipicoten-Insel, wo doch Niccolit und Chloanthit als Gemengtheile auftreten, sind die Metalle nicht erwähnt. Zur Erledigung der Frage habe ich sämmtliche mir zugänglichen Handstücke der älteren sowohl als jüngeren Vorkommen geprüft und von zweien quantitative Analysen angestellt. Es zeigte sich hierbei, dass man mit der Plattner'schen Probe in keinem Domeykit von Houghton Co. Nickel und Kobalt nachweisen kann, dass aber trotzdem dieselben in Spuren stets vorhanden sind. So erhielt ich aus 0,5 g des vorjährigen Vorkommens beim Wegebau gerade hinreichend Oxyde, um eine Perle von 50 mg zu färben (schwach) und mit Zinn die graue Nickelreaction hervorzurufen; schätzungsweise 0,03 % $Ni + Co$.

Es war aber noch eine andere Frage, welche mich von vornherein beschäftigte, nämlich das spezifische Gewicht. Aus der Zusammenstellung bei Dana (Mineralogy 6. ed. S. 44) sieht man, dass für Domeykit Zahlen gegeben sind, welche zwischen 6,70 und 7,547 liegen, während meine Bestimmung für den Mohawkit 8,07 ergibt. Obgleich Nickel und Kobalt das Gewicht kaum beeinflussen, da ihre Volumgewichte nahe dem des Kupfers liegen, schien es mir unter den Umständen gerechtfertigt, mit bestem Materiale eigentlichen Domeykites die Bestimmung zu wiederholen. Dieses Material ist einem Handstücke in der Sammlung des Michigan College of Mines entnommen. Man kann hier sehen, dass das Mineral kleine Quarzkörner enthält als einzige Gangart. 3,8559 g wurden sorgfältig ausgelesen, damit das Volumgewicht bestimmt, dann gepulvert und alles aufgelöst. Der Rückstand wog nur 0,0003 g, konnte also vernachlässigt werden. Mit der Lösung aber wurde eine sorgfältige Analyse angestellt, ich lege Nachdruck auf das »sorgfältig«, da das Resultat nicht mit den theoretischen Zahlen stimmt.

<i>Cu</i>	74,00
(<i>Fe, Ni, Co</i>)	0,06 (mit Wasserstoff reducirt)
<i>As</i>	26,14
	<hr/> 100,20

Das Volumgewicht war 7,9486 bei 21° C., also nahe dem bei Mohawkit gefundenen, und viel höher als die von den Autoren angegebenen Zahlen. Im Allgemeinen geht aus meiner diesbezüglichen Erfahrung hervor, dass die Zahlen eine starke Neigung zeigen zu klein auszufallen, und dass sich daraus zum Theil die früheren Zahlen erklären lassen. Nimmt man für Kupfer das Volumgewicht 8,96 und für Arsen 5,63, so hat man $8,96 \times$

$0,74 + 5,63 \times 0,2644 = 8,402$ als berechnetes¹⁾ Volumgewicht für obige Analyse, während für das Molekül Cu_3As die Zahl 8,047 sich ergibt. Nimmt man ferner das Volumgewicht des Nickels gleich 9,5 und das des Kobalts gleich 8,96, so berechnet man für Mohawkit

<i>Cu</i>	8,96	$\times 0,6167$	$= 5,5256$
<i>Ni</i>	9,5	$\times 0,0703$	$= 0,6678$
<i>Co</i>	8,96	$\times 0,0202$	$= 0,1809$
<i>As</i>	5,63	$\times 0,2885$	$= 1,6242$
			<hr/> 7,9985
Experimental gefunden			8,0650
Differenz		+	0,0665

Demnach wurde das Volumgewicht des Mohawkit etwas zu hoch gefunden. Um aber die Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Volumgewicht des Arsenkupfers noch sicherer zu erkennen, wurden die folgenden synthetischen Versuche angestellt. Ein Verbrennungsrohr wurde an einem Ende zugeschmolzen, in dieses erst 7,9 g Arsen und darüber 20,0 g Kupferspäähne geschüttet. Letztere waren durch Feilen erhalten und hatten zur Sauerstoffbestimmung in einem Raffinatkupfer gedient, in welchem sämtliche Nichtkupferbestandtheile 0,07 % betrugten, und zwar vorwiegend Arsen und Eisen neben Sauerstoff. Ein lose eingesteckter Asbestpfropfen hielt die Materialien zusammen. In einem Verbrennungssofen wurde das Rohr waagrecht gelegt und das offene Ende durch ein Quecksilberventil gegen die äussere Luft abgeschlossen. Zuerst wurde der mit Kupfer gefüllte Theil auf dunkle Rothgluth und dann das Arsen zur Sublimation gebracht. Meine Absicht bei dieser Anordnung ging auf die mögliche Bildung von Krystallen. Die Arsendämpfe wurden von den Kupferspäähnen geradezu verschlungen. Man sah an der Farbenänderung, dass diese Arsenaufnahme sich auf das dem Arsen zunächst liegende Kupfer beschränkte. Nach etwa 30 Minuten begann dieses veränderte Metall zu schmelzen, und dieses Abschmelzen dauerte an, bis sämtliches Arsen verdampft war. Ich neigte jetzt das Rohr nach vorne, so dass das flüssige Material mit dem unveränderten Kupfer in Berührung kam und setzte das Erhitzen noch eine Stunde fort, d. h. der hintere Theil des Rohres, wo das Arsen gelegen hatte, wurde auf heller Rothgluth erhalten, das Kupfer dagegen auf Kirschroth. Im Ganzen dauerte die Reaction $2\frac{1}{2}$ Stunden. Am folgenden Morgen liessen sich dreierlei Körper unterscheiden:

a) Ein dunkelfarbiger, geschmolzener Theil zeigte auf dem Bruche blaugraue Farbe, strahligen Aufbau, ausgeprägte blätterige Spaltbarkeit, sehr starken Metallglanz. Ueberhaupt dem Kupferglanze zum Verwechseln ähnlich.

1) Berechnet unter der Voraussetzung, dass bei der Verbindung von *Cu* und *As*, wie bei einigen anderen Metallarseniden, keine wesentliche Volumänderung stattfindet.

Das Volumgewicht wurde bei 24° C. zu 7,71 gefunden; aus der Zusammensetzung berechnet 7,754. Die Analyse gab:

		Für Cu_2As berechnet:	
<i>Cu</i>	63,30	<i>Cu</i>	62,69
<i>As</i>	37,00	<i>As</i>	37,31
	<hr/> 100,30		<hr/> 100,00

Demnach liegt hier ein sehr bestimmtes Atomverhältniss vor, in welchem Arsen vierwerthig auftritt oder zweiwerthig, je nach der Auffassung. Diese Verbindung giebt bei heller Rothgluth kein Arsen ab, selbst nicht in Gegenwart des arsenhaltigen Kupfers. Ich stellte später 400 g dieser Verbindung her, ohne jedoch Krystalle zu erhalten.

b) Ein Körper von grauer Farbe, starkem Metallglanze in schwammiger Masse. Bei zwanzigfacher Vergrößerung löst sich diese Masse auf in trau- bige Krystallgruppen. Die Kryställchen erschienen mit einem Maximum von fünf Flächen, nicht ein einziges freistehendes, im Habitus dem Arsenopyrit nahestehend. Von diesem Materiale konnten leicht 0,253 g abgelöst werden und darin wurde das Kupfer bestimmt, da ja nur Kupfer und Arsen vor- handen sein konnten:

Cu 71,39, berechnet für Cu_3As : *Cu* 71,6.

Hier war also krystallisirter Domeykit. Leider hatte ich nur eine der besten Gruppen zurückbehalten, und diese ging durch Ungeschicklichkeit verloren, noch ehe die mikrogoniometrische Untersuchung ausgeführt werden konnte. Die Krystallbildung war anscheinend so leicht erfolgt bei dem ersten Versuche, dass ein Mangel an Material ausgeschlossen schien. Mehrere Versuche jedoch schlugen fehl; es scheint sich um geringe Temperatur- unterschiede zu handeln. In einem dieser Versuche wurden 28,886 g des Cu_2As mit 7,8 g Kupfergranalien in einer Glasröhre zusammengeschmolzen und während einer Stunde flüssig erhalten. Das Rohr war in nahezu senkrechter Stellung gehalten. Nach dem Erkalten konnte man unschwer erkennen, dass die Säule ungleichförmig war. Der unterste Theil glich in Farbe und Aufbau einem gelblich angelaufenen Weisseisen, ganz wie der ältere Domeykit von Houghton Co. Dieser Theil enthält *Cu* 75,4, beträcht- lich mehr als Cu_3As entspricht. Das berechnete Volumgewicht 8,085, das gefundene bei 24° C. 8,05. Darüber eine blätterige Zone, in Farbe und Structur dem jüngeren Vorkommen des Domeykit auf dem Sheldon Columbia- Schurfe ähnlich, gab *Cu* 71,14, also sehr nahe dem theoretischen Gehalte. Darüber eine feinkörnige graublaue Masse, gab *Cu* 64,8, also dem Cu_2As entsprechend.

c) Dieser vorderste Theil bestand aus den etwas gesinterten Kupfer- feilspähnen, ganz unverändert, und bildete die Basis für den schwammigen Domeykit. Dieser Theil wog 9,65, während das ganze Kupfergewicht 20 g betragen hatte. Weitere Versuche sind in Aussicht genommen.

2. Stibiodomeykit.

Mit diesem Namen belege ich den Domeykit von der Mohawk-Grube oder irgend einer anderen Localität, wo das Mineral gleiche oder ähnliche Zusammensetzung aufweist. In seinen physikalischen Eigenschaften ist das Mineral nicht merklich vom Houghton Co.-Domeykit verschieden. Es zeichnet sich aus durch das Massige seines Vorkommens, durch die Abwesenheit fremder Einschlüsse. Die Bruchfläche ist muschelig, wird rasch gelb und schliesslich blaupurpurfarbig. Es ist sehr spröde, aber nicht so leicht zermalmbar als der typische Mohawkit. Härte etwas unter 4. Volumgewicht bei 21° C. 7,902 (mit 4,5595 g). Vor dem Löthrohre im offenen Röhrchen beobachtet man nach fünfminutenlangem Glühen des Metalltropfens die Bildung gelblicher Flecken in der Nähe des letzteren, ferner einen weissen Ring, welcher beim Erhitzen gelb wird, und weiter entfernt ein massiges Auftreten von Arsentrioxyd. Lässt man jetzt einen kräftigen Wasserstrahl durch die erkaltete Röhre gehen, so wird das Arsentrioxyd grossentheils fortgeschwemmt und lässt man nunmehr H_2S durchgehen, so bilden sich rothe und gelbe Flecke, d. h. Kermes und Rauschgelb. Ein Antimongehalt von 0,4 % kann auf diese Weise nachgewiesen werden. Anhaltende Behandlung mit der Oxydationsflamme auf Kohle erzeugt einen gemischten Beschlag, von welchem sich das As_2O_3 in gelinder Hitze fortblasen lässt. Diese Reaction besitzt aber nicht die Beweiskraft der vorhergehenden. Neben Borax geschmolzen, bildet sich nach längerem Blasen ein grünliches Glas (Kupfer). Kobalt und Nickel kann man nicht nachweisen, obwohl sie in Spuren vorhanden. Beim Kochen mit concentrirter Salpetersäure wird das Mineral rasch zersetzt, indem eine rein blaue Lösung und eine weisse Trübung oder ein weisser Niederschlag entstehen. Die Analyse des zur Volumgewichtsbestimmung verwendeten Materials ergab:

<i>Cu</i>	72,48
(<i>Fe, Ni, Co</i>)	0,24
<i>As</i>	26,45
<i>Sb</i>	0,78
	<hr/> 99,95

Man wird sofort erkennen, dass hier ein Domeykit vorliegt, in welchem ein Theil des Arsens durch Antimon vertreten wird. Man wird aber auch eine Variabilität des Antimongehaltes vermuthen. Um darüber Aufschluss zu gewinnen, wurden Proben von zwölf Handstücken genommen (jedes über ein Pfund schwer). Jede Probe von 4 g wurde mit 40 ccm concentrirter Salpetersäure bis zum Eintreten der rein blauen Farbe gekocht, darauf mit 45 ccm Wasser gemischt und dann sämmtliche so behandelte Proben in eine Reihe auf schwarzes Papier gesetzt (das zur Analyse verwendete Material

war mit darunter). Alle Proben zeigten die Gegenwart von Antimonoxyd, aber nicht zwei zeigten die gleiche Menge. Einige zeigten mehr Antimon als die analysirte Probe, andere weniger. Ich wählte die Nummer, welche den stärksten Niederschlag aufwies, zu einer Antimonbestimmung und fand Sb 1,29 %. Dieses muss also als Maximum angesehen werden, bis weitere Proben höhere Resultate geben. Domeykit und Mohawkit lösen sich in Salpetersäure ohne jeglichen Rückstand.

3. Mohawkit-Whitneyit.

Mit diesem Namen will ich keine Mineralspecies, nicht einmal eine Varietät bezeichnen. Der Name soll sich lediglich auf ein höchst inniges Gemenge der zwei Arten Whitneyit und Mohawkit beziehen, von welchem Gemenge in jüngster Zeit bedeutende Mengen auf der Mohawkitgrube angefahren und gefördert wurden. Dieses Gemenge kann auch von Laien leicht als etwas Besonderes erkannt werden. Es ist sehr zähe und nähert sich darin dem Whitneyit, natürlich in wechselndem Maasse. Mit gewöhnlichen Hammerschlägen kann man die Stücke nicht zerbrechen. Hammer und Meissel erzeugen Eindrücke von grauer Bronzefarbe. Die Bruchfläche ist hechelartig wie beim Whitneyit und überzieht sich bald mit einem braunen Anfluge wie bei Algodonit und Whitneyit. Man bemerkt alle Grade der Mischung von fast reinem Mohawkit bis zu fast reinem Whitneyit.

Das von mir zuerst angeschlagene Handstück hatte durchaus das Ansehen einer homogenen Substanz. Vier Proben davon in nächster Nähe von einander abgeschlagen gaben folgende Resultate (Calcit als Gangart war deutlich sichtbar):

	Nr. 3:	Nr. 4:	Nr. 1:	Nr. 2:
<i>Cu</i>	79,36	84,86	85,36	83,64
<i>Co</i>	0,82	} 0,64	0,32	—
<i>Ni</i>	0,64			
<i>Fe</i>	0,36	—	—	—
<i>As</i>	45,07	43,06	43,59 (Diff.)	—
<i>CaCO₃</i>	2,44	} 0,74	0,73	—
<i>MgCO₃</i>	0,60			
	<u>99,23</u>	<u>99,27</u>	<u>100,00</u>	

Daraus können folgende Atomverhältnisse abgeleitet werden:

	<i>Cu</i>	<i>As</i>
Nr. 1.	7,5	1
- 2.	6,7	1
- 3.	6,45	1
- 4.	7,7	1

Man bemerke auch, dass in Nr. 3 das Kobalt überwiegt; in den anderen wurde eine Trennung nicht vorgenommen.

Im Anschlusse an diese Ergebnisse muss ich einer Mittheilung gedenken, welche am 7. April d. J. im Engineering and Mining Journ. veröffentlicht wurde. Hier theilt Herr J. R. Stanton, Treasurer and Secretary of the Mohawk Mg. Co., einen Bericht mit, welchen er von Dr. Ledoux erhalten auf die Anfrage, ob Mohawkit in der That ein neues Mineral sei. Dr. Ledoux findet die Zusammensetzung: Cu 68,6, As 22,67, Ni 6,55, Co 1,2, Fe 0,23, S 0,53; daraus leitet er das Atomverhältniss Cu_4As ab und bemerkt, dass die Wissenschaft den Mohawkit mit diesem Atomverhältnisse gnädigst acceptiren wird. Wenn Herr Stanton meinen Brief an Herrn Smith dem Herrn Dr. Ledoux mitgetheilt hätte, würde Letzterer vielleicht anderer Ansicht geworden sein, um so mehr, wenn man folgende weitere Bemerkungen in Betracht zieht. Dr. Ledoux sagt nämlich wörtlich (l. c.): »The sample was concentrated by washing until under powerful glass no other mineral was present. Thus purified the mineral was analysed with the result (oben gegeben). The sulphur and iron are impurities (warum denn, wenn doch das Mikroskop die Abwesenheit anderer Mineralien verbürgte? Koenig) and it is also reasonably probable that the Nickel and Cobalt are mechanically mixed in the sample, although it is possible that some of the Copper has been replaced by Nickel and Cobalt.« Wie kann nun Herr Ledoux die obige Formel ableiten, wenn er solche Ansichten ausspricht? Er giebt das spec. Gew. 7,8, während seine Analyse das Vol.-Gew. 8,14 verlangt, wie ich oben bewiesen habe. Seine Analyse giebt die Atomzahlen, wenn man Fe und S ausser Betracht lässt (man bemerke aber, dass diese beiden in obiger Analyse in keinem bekannten Verhältnisse stehen):

Cu	1,089
Ni	0,111
Co	0,002
	<hr/>
	1,228 $As = 0,302$, also genau 4 : 1.

Wenn man aber Ni und Co als mechanisch beigemengt ansieht, so er giebt sich ein ganz anderes Verhältniss.

Ich erlaube mir die Ansicht auszusprechen, dass das Mineral, welches Dr. Ledoux analysirte, der Serie Mohawk-Whitneyit zugehört. Sollte aber wirklich ein Molekül Cu_4As existiren, was nicht unmöglich ist, so muss solches einen anderen Namen bekommen; denn da ich den Namen zuerst gebrauchte und damit das Molekül $(Cu, Ni, Co)_3As$ bezeichnete, so kann derselbe nicht anderswo vergeben werden.

4. Algodonit.

Dieses Mineral ist auf Mohawk noch nicht gefunden, obgleich viel des Mohawk-Whitneyits dem Algodonit sehr gleicht. Veranlassung zum Heranziehen des letzteren in diese Untersuchung war lediglich das spezifische

Gewicht. Dieses ist von Dr. F. A. Genth = 7,62 angegeben, und er ist die einzige Autorität. Angesichts meiner Erfahrungen ist eine solche Zahl für Algodonit ganz unmöglich. Herr Dr. Luc. Hubbard war so freundlich, mir sein Handstück zur Verfügung zu stellen. Dasselbe stammt von der Pewabic-Grube. Es erscheint als Segment eines kugeligen Stückes. Es war tief chocoladenbraun auf der Aussenfläche. Auf der frischen Bruchfläche dagegen gleicht das Material ganz der Bruchfläche, welche man am feinsten Messerstahle beobachtet: absolut dicht, körnig, hellgrau und matt. Ringsum ist eine Art Rinde von Whitneyit. Ein einziger Meisselschlag brach ca. 5 g ab, Material, welches als ganz einwandfrei bezeichnet werden muss. Das Volumgewicht ergab sich bei 21° C. zu 8,383 (3,8448 g Substanz). Die Analyse ergab:

		Für Cu_6As berechnet:
<i>Cu</i>	83,72	83,5
(<i>Ni</i> + <i>Co</i>)	0,08	—
<i>As</i>	46,08	46,5
	<u>99,88</u>	(Silber keine Spur)

Für diese Zahlen berechnet man das Volumgewicht 8,406, welches von dem gefundenen nur um + 0,023 abweicht, von dem Genth'schen Werthe aber um + 0,786.

Michigan College of Mines, Juli 1900.

IV. Ueber den Tetraëdrit vom Botes-Berge¹⁾.

Von

K. Zimányi in Budapest.

(Hierzu Tafel I und II.)

Im Sommer des vergangenen Jahres (1899) besuchte ich auch die Gruben am Botes-Berge und konnte einen Theil derselben unter Führung des Herrn Bergwerkdirectors Emerich Holicska begehen, wofür ich ihm auch hier bestens danke. Neben vielem Interessanten fesselte meine Aufmerksamkeit hauptsächlich der hier vorkommende schön krystallisirte Tetraëdrit, da derselbe in mineralogischer Hinsicht noch kaum beschrieben ist. Auf mein Ersuchen gestattete Herr Prof. Dr. J. Al. Krenner, Dirig. Custos der mineralog. Abtheilung des ungarischen Nationalmuseums, dass ich die Exemplare der Sammlung studiren und die krystallographischen Untersuchungen im mineralogischen Institute der Budapester Universität ausführen konnte.

Ich kann es nicht unterlassen, dem Herrn Prof. Krenner für seine Gefälligkeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Zwischen Zalatna und Abrudbánya (Com. Alsó-Fehér), nordwestlich vom Vulkój-(Korabia-)Berge, erhebt sich der Berg Botes, dessen Gruben sich im Karpathensandstein befinden, das Freigold führende Ganggestein ist Quarz. Wie wir aus den Berichten W. G. E. Becker's²⁾ erfahren, waren die Gruben Jacobi und Anna zu Anfang des vorigen Jahrhunderts sehr reich an

4) Vorgetragen in der Sitzung der chem.-mineralog. Section der ungarischen naturwiss. Gesellschaft am 29. Mai 1900. Aus dem ungar. Original der Magy. Chemiai Folyóirat 1904, 7, 4, vom Verfasser mitgetheilt.

2) W. G. E. Becker, Journal einer bergmännischen Reise durch Ungarn und Siebenbürgen, Freiberg 1845—1846, 2, 457—464. — Bezüglich der geologischen Verhältnisse, des Vorkommens und Bergbaues vergl. noch:

F. Posepny, Zur Geologie des siebenbürgischen Erzgebirges. Jahrb. d. kais. königl. geol. Reichsanstalt Wien 1868, 18, 4. Heft, 53.

Gold. Auf den Erzgängen kommen noch vor¹⁾: Hessit, Galenit, Sphalerit, Chalkopyrit, Pyrit, Markasit, Tetraëdrit, Quarz, Adular, Calcit, Cerussit, Malachit, Pyromorphit und Baryt; mit Ausnahme des Markasits und der vier letzterwähnten Mineralien beobachtete ich an den untersuchten Stufen die übrigen alle.

A. Koch²⁾ sagt über den Tetraëdrit vom Botes: »schöne Kr.-Drusen von silberhaltigem T. auf Gangquarz $\frac{O}{2}$, $\frac{2O2}{2}$, $\infty O\infty$, ∞O .« Derselbe Autor³⁾ berichtet auch über sehr schöne Tetraëdritgruppen ($\frac{O}{2}$, $-\frac{O}{2}$) vom Botes.

Im Folgendem gebe ich meine Beobachtungen bezüglich des Vorkommens und der krystallographischen Verhältnisse dieses Tetraëdrits. In dem weissen, undurchsichtigen Gangquarz sind als gleichzeitige Bildungen eingesprengt Chalkopyrit und Pyrit, seltener auch Sphalerit und Galenit. Der Tetraëdrit sitzt auf den halbdurchsichtigen Quarzkrystallen, seine Dimensionen sind in der Richtung der Tetraëderkanten 2 mm bis 4 cm. Neben den ziemlich matten Krystallen finden sich häufig genug auch solche mit starkem Metallglanze, bunt angelaufen, oder sie sind mit einer Kupferkieskruste bedeckt. An manchen Stufen sieht man die Quarz- und Tetraëdrit-

F. Posepny, Allgemeines Bild der Erzführung im siebenbürgischen Bergbaudistricte. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1868, **18**, 2. Heft, 297.

T. Weisz, Der Bergbau in den siebenbürgischen Landestheilen. Jahrb. d. k. ung. geol. Landesanst. Budapest 1891, **9**, 6. Heft.

Semper, Beiträge zur Kenntniss der Goldlagerstätten des siebenbürg. Erzgebirges. Berlin 1900. Abhandl. d. königl. preuss. geolog. Landesanstalt, Neue Folge, 33. Heft, 180—184.

1) M. J. Ackner, Mineralogie Siebenbürgens mit geognostischen Andeutungen. Hermannstadt 1855.

B. v. Cotta und E. v. Fellenberg, Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens. Freiberg 1862, 179—180.

F. v. Hauer und G. Stache, Geologie Siebenbürgens. Wien 1863, 534.

J. Al. Krenner, Tellursilber von Siebenbürgen (ung.). Természettud. Közl. 1879, **11**, 380. Ref. diese Zeitschr. 1884, **4**, 542.

Fr. Becke, Ueber den Hessit (Tellursilberglanz) von Botes in Siebenbürgen. Tschemak's min. u. petrogr. Mitth. 1884, **3**, 304. Ref. diese Zeitschr. 1882, **6**, 203.

A. Koch, Kritische Uebersicht der Minerale Siebenbürgens (ung.). Orvos-Természettud. Értesítő 1884, IX. Jahrg., **6**, 4—74, 135—160, 284—308; 1885, X. Jahrg., **7**, 1—22, 185—216. Ref. diese Zeitschr. 1885, **10**, 96; 1886, **11**, 262; 1888, **13**, 65. Diesbezüglich siehe auch: v. Zepharovich, Mineral. Lexikon etc. im **1.** und **3.** Bde. die betreffenden Stellen.

J. Loczka, Mineralchemische Mittheilungen. Math. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn, 1890, **8**, 403. Ref. diese Zeitschr. 1892, **20**, 318.

2) V. v. Zepharovich, Mineral. Lexikon, Wien 1893, **3**, 249.

3) Orvos-Természettud. Értesítő 1883, VIII. Jahrg., **5**, 253. Ref. diese Zeitschr. 1885, **10**, 95.

Krystalle mit einem gelblichbraunen, leicht entfernbaren Ueberzuge von Eisenoxydhydrat bedeckt. Auf dem Tetraëdrit, aber auch unmittelbar auf dem Quarz sitzen Krystalle von Pyrit, Chalkopyrit, Galenit, graulich-weisser, undurchsichtiger Calcit in Rhomboëdern oder spitzen, kleinen Skalenoëdern, gelblicher oder grauer Quarz, schliesslich undurchsichtiger Adular. Die Combination der Galenitkrystalle bilden $\{111\}$, $\{100\}$, zu welchen manchesmal noch $\{110\}$ und ein Ikositetraëder mit kleinen Flächen treten. Der Galenit findet sich auch in regelmässiger Verwachsung mit dem Tetraëdrit, und zwar derart, dass die Oktaëderkante des Galenits parallel liegt mit einer Tetraëderkante, die Hexaëder- und Oktaëderflächen bilden einen stumpfen Winkel mit der Tetraëderfläche; oder Galenit und Tetraëdrit sind mit parallelen Axen verwachsen, wobei die Oktaëderkanten des Galenits mit der Tetraëderkante einen rechten Winkel einschliessen. Der Galenit ist mattglänzend und erhebt sich nur wenig über die Aufwachsungsfläche; in beiden Fällen reihen sich die Galenitkrystalle parallel auf manchen Stufen ziemlich dicht neben einander.

An manchen Stufen sieht man an der Stelle der $\alpha\{1\bar{1}1\}$ -Flächen dickere Lamellen und längliche Vertiefungen parallel mit den $[111:1\bar{1}1]$ -Kanten; es hat den Anschein, als wenn die Krystalle einen schaligen Aufbau hätten nach den Flächen des positiven Tetraëders. Hier liegt jedoch eine secundäre Erscheinung vor, hervorgerufen durch Corrosion, da in den Vertiefungen sich Chalkopyritkrystalle ansetzen.

Die Krystalle sind meistens einfach, Zwillinge finden sich nicht so gewöhnlich. An den gemessenen Krystallen konnte ich zwölf Formen sicher bestimmen, die mit einem * bezeichnete ist neu.

$$\begin{array}{ll}
 a = \{100\} \infty O\infty & *H = \alpha\{6\bar{5}5\} \frac{6O\frac{6}{5}}{2} \\
 d = \{110\} \infty O & r = \alpha\{332\} \frac{3O}{2} \\
 f = \{310\} \infty O3 & s = \alpha\{321\} \frac{3O\frac{3}{2}}{2} \\
 o = \alpha\{111\} \frac{O}{2} & o' = \alpha\{1\bar{1}1\} - \frac{O}{2} \\
 \mu = \alpha\{411\} \frac{4O4}{2} & \mu' = \alpha\{4\bar{1}1\} - \frac{4O4}{2} \\
 n = \alpha\{211\} \frac{2O2}{2} & n' = \alpha\{2\bar{1}1\} - \frac{2O2}{2}
 \end{array}$$

Von diesen Formen ist $\alpha\{111\}$ an allen Krystallen ausgebildet, sehr häufig sind $\alpha\{211\}$, $\{110\}$ und $\{100\}$, gewöhnlich finden sich noch $\alpha\{332\}$, $\alpha\{1\bar{1}1\}$, $\alpha\{4\bar{1}1\}$, hingegen sind schon seltener $\alpha\{411\}$, $\alpha\{6\bar{5}5\}$, $\alpha\{321\}$, $\{310\}$ und $\alpha\{2\bar{1}1\}$. Sehr selten ist $\alpha\{411\}$ als einfache Form, meistens giebt es den Typus der Combination. Es finden sich auch Krystalle, an

welchen vorherrschend $\alpha\{211\}$ ist und dessen Flächen stark gerieft sind, die Kanten werden gerade abgestumpft von $\alpha\{332\}$. Zu den einfachen Tetraëder treten noch meistens $\{110\}$, $\alpha\{211\}$ und $\alpha\{1\bar{1}1\}$ oder $\{410\}$ und $\alpha\{332\}$ (Fig. 4, Taf. I). Es treten immer mit schmalen oder kleinen Flächen auf $\{100\}$, $\{310\}$, $\alpha\{441\}$, $\alpha\{655\}$, $\alpha\{321\}$, $\alpha\{4\bar{1}1\}$ und $\alpha\{2\bar{1}1\}$; an den Krystallen, an welchen $\alpha\{321\}$ ausgebildet war, fehlte gewöhnlich das negative Tetraëder $\alpha\{1\bar{1}1\}$ (Fig. 4 und 6, Taf. I); es erinnert diese Combination an diejenige des Tetraëdrits von Obersachsen bei Ilanz¹⁾. Die Combinationen sind sehr mannigfaltig, neben den einfachsten kommen auch recht flächenreiche vor; die beobachteten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

o, o'	o, n, d, a, s (Fig. 4)
o, d	r, o, d, n, II, a
o, d, a	o, o', n, d, a, μ' (Fig. 5)
o, d, r (Fig. 4)	o, r, d, n, a, s (Fig. 6)
n, r, o	o, n, d, a, s, n'
o, n, r, d	o, d, n, a, μ, f
$\alpha\{hkk\}, o', d, n$ (Fig. 2)	o, d, μ', a, n, μ, f
o, d, r, a	$o, n, o', \mu', d, a, f, n'$ (Fig. 9)
$\alpha\{hkk\}, o', o, d, n$	$o, n, o', d, \mu', r, a, n'$ (Fig. 10)
o, d, n, a, n'	o, o', r, d, a, n, s, f
o, r, d, n, II (Fig. 3)	$o, n, r, o', a, d, \mu, \mu', f, n'$ (Fig. 11).

Wenn auch die Krystalle lebhaft glänzen, ist die Spiegelung der Flächen meistens wegen der starken Streifung oder anderer Unebenheiten nicht vollkommen; dies ist hauptsächlich bei $\alpha\{411\}$ der Fall. Die Hexaëderflächen sind immer glatt und glänzend, zuweilen ist eine Fläche verhältnissmässig gross. Sehr selten sind die Flächen von $\alpha\{111\}$ glatt, gewöhnlich nach drei Tetraëderkanten gestreift, was durch oscillatorische Combination mit $\alpha\{211\}$ hervorgerufen wird (Fig. 13); diese Streifung ist zumeist grob, nicht selten treppenartig absetzend. An Stelle des Tetraëders sieht man zuweilen ein sehr stumpfes Triakistetraëder $\alpha\{hkk\}$, dessen Indices wegen der Streifung und des geringen Glanzes nicht zu bestimmen waren (Fig. 2). Nicht selten sind die Flächen der grossen Krystalle drusig, viele kleine Subindividuen sitzen in paralleler Stellung auf (Fig. 7), an welchen meistens nur die Flächen von $\alpha\{211\}$, $\{410\}$ und $\alpha\{332\}$, zuweilen noch solche von $\alpha\{411\}$ sichtbar sind. Auf den Tetraëderflächen einzelner Krystalle erheben sich zerstreut sehr flache, dreiseitige Pyramiden, deren stark gestreifte Flächen einem Triakistetraëder angehören. Die häufigsten Wiederholungen der Flächen sind in den Figg. 14 und 13 abgebildet.

1) G. Rose, Pogg. Ann. 4828, 12, 489. Taf. IV, Fig. 44.

Das negative Tetraëder $\{1\bar{1}1\}$ ist gewöhnlich eben, aber matt, oder rauh (Fig. 2 Taf. I und 13, Taf. II); im letzteren Falle sieht man am Goniometer, dass dies von kleinen Ecken hervorgerufen wird, welche von den kleinen Flächen des Rhombendodekaëders begrenzt sind (Fig. 8, Taf. II); ist eine Fläche der letzteren eingestellt, so sieht man auf $\{1\bar{1}1\}$, mehr oder weniger dicht neben einander liegend, kleine dreieckige Flächen zugleich einspiegeln. Gewissermassen Aehnliches beschrieb Sadebeck¹⁾ an dem Tetraëdrit von Kapnikbánya, so auch Laspeyres und Kaiser²⁾ an der Zinkblende von Adenau; die $\{1\bar{1}1\}$ -Fläche ist an den Boteser Krystallen aber keine Scheinfläche, sehr selten ist sie vollkommen glatt und gut spiegelnd. Besonders interessant sind wegen den Wachstumserscheinungen jene Combinationen, an welchen $\{332\}$ mit grossen Flächen auftritt. Ueber die positive Tetraëderfläche erhebt sich eine stumpfe dreiseitige Pyramide, welche von der Form $\{332\}$ gebildet wird, ihre Flächen sind wenig glänzend, hingegen $\{111\}$ und $\{110\}$ spiegeln gut. Die Kanten werden von den schmalen, lebhaft glänzenden, aber fein gestreiften (nach der Tetraëderkante) Flächen des neuen Triakistetraëders $\{655\}$ gerade abgestumpft. $\{211\}$ bildet kleine Trapeze, an einzelnen Krystallen sind die Flächen etwas grösser und schneiden beiderseits auch die benachbarte $\{111\}$ -Fläche. Unter den Krystallen von dieser Ausbildung finden sich auch solche, an welchen die breiteren Flächen von $\{332\}$ mit den schmälern von $\{111\}$ sich mehrfach wiederholen, und die Ecken des Deltoiddodekaëders $\{332\}$ durch die kleinen Flächen der Form $\{111\}$ abgestumpft werden; seltener sieht man auch schmale Hexaëderflächen auftreten. In idealer Ausbildung ist diese Combination in Fig. 3, Taf. I dargestellt. Das neue Triakistetraëder habe ich nur an den vorher beschriebenen Combinationen beobachtet, und noch einige Flächen von geringer Ausdehnung und mit schwachen Reflexen; diese unsicheren Formen wären:

	Beobachtet:	Kr.:	<i>n</i>	Berechnet:
$(12.11.11) : (111) =$	$20^\circ 6' - 20^\circ 15'$	2	2	$20^\circ 23'$
$(766) : (111)$	4 23	1	1	4 15
$(16.13.13) : (111)$	5 33 — 5 34	2	2	5 46
$(544) : (111)$	6 48 — 6 37	2	2	6 42
$(10.10.9) : (111)$	2 59	1	1	2 48

Die Zwillinge sind gebildet nach dem Gesetze: Zwillingssaxe vertical zu einer $\{111\}$ -Fläche, die beiden Individuen sind symmetrisch zu drei Flächen von $\{211\}$. Sie sind meistens von einfacherer Combination; aus einer Fläche des vorherrschend entwickelten Individuums ragt das kleinere nasenartig hervor (Fig. 12). Nur selten findet man Zwillinge, an welchen die

1) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1872, 24, 442.

2) Diese Zeitschr. 1897, 27, 53—55, Taf. I, Fig. 7.

beiden Individuen sich durchwachsen. Am Hauptindividuum des gemessenen Zwillinges wiederholten sich vielfach $z\{111\}$, $z\{211\}$ und $z\{332\}$, die Flächen des anderen waren zwar glatter, aber sehr klein, hieraus erklären sich die grösseren Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung; die sehr schmalen, kleinen Flächen der Formen $z\{211\}$, $z\{2\bar{1}1\}$ und $\{100\}$ am herausragenden Individuum sind in Fig. 12 nicht gezeichnet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : a = (111) : (0\bar{1}0) =$	$150^{\circ}40'$ ca.	$150^{\circ}48'$
$o : n' = (111) : (1\bar{2}1)$	$50\ 58$ ca.	$54\ 3$
$o : \underline{o} = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$55\ 56$	$56\ 15$
$o : \underline{o} = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$56\ 24$	$56\ 15$
$n : n = (211) : (\bar{1}\bar{2}1)$	$49\ 42$	$49\ 44$

Ziemlich häufig kommen Zwillinge vor, an welchen neben dem dominirenden Triakistetraëder $z\{211\}$ auch $z\{332\}$ gross ist, aus dessen einer Fläche das untergeordnete Individuum wenig herausragt.

Die gemessenen Normalwinkel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : \mu = (100) : (411) =$	$49^{\circ}32'$	$49^{\circ}28'46''$
$a : n = (100) : (211)$	$35\ 18$	$35\ 15\ 52$
$\Pi : o = (655) : (111)$	$5\ 4$	$5\ 3\ 4$
$a' : \mu' = (\bar{1}00) : (\bar{4}11)$	$49\ 24$	$49\ 28\ 16$
$o' : n' = (\bar{1}11) : (\bar{2}11)$	$49\ 35$ ca.	$49\ 28\ 16$
$o : r = (111) : (233)$	$40\ 2$	$40\ 4\ 30$
$o : o' = (111) : (\bar{1}11)$	$70\ 30$	$70\ 31\ 44$
$o : d = (111) : (001)$	$35\ 40$	$35\ 45\ 52$
$a : f = (100) : (310)$	$48\ 26$	$48\ 27\ 40$
$n' : d = (\bar{2}11) : (\bar{1}10)$	$30\ 5$ ca.	$30\ 0\ 0$
$s : n = (321) : (211)$	$40\ 53$	$40\ 53\ 36$
$f : n = (310) : (211)$	$25\ 24$	$25\ 24\ 7$
$n : r' = (211) : (323)$	$46\ 46$	$46\ 46\ 43$
$f : d = (310) : (101)$	$47\ 52$	$47\ 52\ 10$
$\mu' : d = (\bar{4}11) : (\bar{1}10)$	$33\ 32$	$33\ 33\ 26$
$s : s' = (321) : (3\bar{1}2)$	$69\ 42$	$69\ 4\ 30$
$r : r' = (332) : (3\bar{2}3)$	$97\ 59$	$97\ 50\ 20$
$s : d = (321) : (10\bar{1})$	$67\ 49$	$67\ 47\ 33$
$\Pi : r = (655) : (332)$	$8\ 32$	$8\ 40\ 45$

Budapest, im August 1900.

V. Chemische Analyse eines Tetraëdrits vom Berge Botes in Ungarn.

Von

J. Loczka in Budapest.

Die an den Krystallen vorherrschenden Flächen von $\alpha\{444\}\frac{O}{2}$ sind nach der im vorhergehenden Aufsatze gegebenen Beschreibung von Zimányi uneben, gestreift, aber von starkem Glanze, wohingegen die Flächen des kleineren $\alpha\{4\bar{4}4\} - \frac{O}{2}$ matt, rauh, nicht selten mit Vertiefungen bedeckt sind, als wären sie corrodirt.

Die Farbe des Minerals ist schwärzlich stahlgrau, die Flächen sind an einzelnen Stellen bläulichgrün oder violett angelaufen; der Strich ist dunkel braunschwarz. An den stark glänzenden, unebenen Bruchflächen sind hier und da kleine Vertiefungen bemerkbar, aber fremde Erzeinschlüsse sind weder mit freiem Auge noch mit der Lupe zu erkennen.

Das Mineral decrepitiert beim Erhitzen im engen Glasröhrchen, es schmilzt leicht, bei Rothgluth giebt es zuerst einen schwachen weissen, dann einen gelblichröthlichen Anflug; in der offenen Eprouvette geschmolzen entwickelt es einen starken, weissen Rauch, der sich an die Glaswände anlegt, und verbreitet einen starken Schwefeldioxyd-Geruch. Die Bunsenflamme wird durch das hineingehaltene Mineral fahl gefärbt, der Rückstand ist magnetisch und färbt mit Salzsäure benetzt die Flamme grün.

Qualitativ wurden *S*, *Sb*, *As*, *Ag*, *Pb*, *Cu*, *Fe*, *Mn*, *Zn* nachgewiesen.

Zur quantitativen Bestimmung wurde das zu feinem Pulver verriebene und bei 400°—405° C. getrocknete und abgewogene Mineral im trockenen Chlorstrome aufgeschlossen und die einzelnen Bestandtheile nach bekannten Methoden bestimmt; und zwar wurde der Schwefel als schwefelsaurer Baryt abgeschieden und gewogen. Trotzdem die Lösung Weinsäure enthielt, so riss der schwefelsaure Baryt doch kleine Spuren von Eisen mit und der geglühte Niederschlag war schwach gelblich-crémefarben.

Das Silber wurde als Silberchlorid bestimmt. Das Kupfer wurde aus saurer Lösung durch Schwefelwasserstoffgas wegen völliger Scheidung des Zinkes zweimal abgeschieden, an der Luft bis zur Gewichtsconstanz geglüht und als Kupferoxyd gewogen. In der I. Analyse wurde das Kupfer mit dem Blei zusammen als Sulfide abgeschieden und als Oxyde gewogen. In der II. Analyse wurde das Blei als Bleisulfat bestimmt; der geglühte Niederschlag war röthlich, er enthielt sehr wenig Eisen. Das Bleisulfat scheint aus eisenhaltigen Lösungen auch Eisen mitzureissen, wie der schwefelsaure Baryt. Auf Grund dieses Bleisulfates wurde in dem Gesamtniederschlage $\text{CuO} + \text{PbO}$ der I. Analyse das Bleioxyd berechnet und abgezogen, der Rückstand war CuO .

Unter gewöhnlichen Umständen ist dieses Verfahren zwar unzulässig, konnte aber in diesem Falle nicht abgeändert werden, da bei der qualitativen Analyse die Prüfung auf Blei zufälligerweise unterblieben war, und ich das Vorhandensein dieses Metalles erst dann wahrnahm, als ich das geglühte Kupferoxyd zur Controle im trockenen Wasserstoffstrome reduciren wollte; nach beendigter Reduction bemerkte ich an dem durchlöcherten Tiegeldeckel einen schwachen graulichschwarzen Anflug, der bei näherer Untersuchung mit Blei identificirt wurde.

Es ist wahrscheinlich, dass sich beim Erhitzen des Kupfer-Bleisulfides an der Luft das Bleisulfid zu Bleioxyd oxydirte, aber auch das ist nicht ausgeschlossen, dass ein kleiner Theil davon als Sulfat vorhanden sein konnte, aber bei einer so kleinen Bleimenge konnte dies keinen Fehler, wenigstens keinen wahrnehmbaren, verursachen, was übrigens auch der Umstand beweist, dass das von dem $\text{CuO} + \text{PbO}$ -Niederschlage der I. Analyse nach Abziehen des berechneten Bleioxydes gebliebene Kupferoxyd und die Kupferbestimmung in der II. Analyse fast ganz übereinstimmende Resultate lieferten.

Das Antimon wurde vom Arsen nach Bunsen's Methode getrennt und das Arsen als pyroarsensaure Magnesia, das Antimon als Antimontetroxyd bestimmt. Vom arsensauren Ammonmagnesia-Niederschlage ging eine beiläufig 0,4 % Arsen entsprechende Menge verloren. In den Antimonniederschlag der II. Analyse kamen während der Analyse sehr kleine Spuren von Platin hinein.

Das Eisen wurde vom Zink und Mangan durch essigsames Ammon getrennt und als Oxyd bestimmt. Zu drei Theilen der zink- und manganhaltigen Lösung fügte ich einen Theil concentrirte destillirte Essigsäure und leitete in die auf dem Wasserbade erwärmte Lösung Schwefelwasserstoffgas; das Zinksulfid fiel rein nieder, liess sich gut filtriren und wurde mit durch Essigsäure angesäuertem Schwefelwasserstoffwasser gewaschen, an der Luft bis zur Gewichtsconstanz geglüht und als Oxyd gewogen.

Das Mangan wurde als Sulfid niedergeschlagen, an der Luft geglüht

und als Manganoxyduloxyd gewogen. Vom Manganoxyduloxyd-Niederschlage der I. Analyse ging fast 1 mg verloren.

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes¹⁾ erhielt ich nachstehende Werthe:

I. Spec. Gew. bei 16,3⁰ C. mit 0,6507 g Substanz: 4,9674

II. - - - 15,9⁰ C. - 0,64963 g - 4,9692

Mittelwerth: 4,9684

Analysenresultate.

I. 0,5250 g Substanz gaben:

0,9644 g $BaSO_4$ = 0,432444 g S = 25,46 % S ; Atomverhältnisszahl = 0,786

0,2465 g CuO + PbO :

0,2446 g CuO = 0,495272 g Cu = 37,49 % Cu - = 0,588

0,0049 g PbO = 0,004763 g Pb = 0,33 % Pb - = 0,005

0,0405 g $AgCl$ = 0,007903 g Ag = 4,54 % Ag - = 0,044

0,4795 g Sb_2O_4 = 0,441685 g Sb = 26,99 % Sb - = 0,225

0,0060 g Fe_2O_3 = 0,004200 g Fe = 0,80 % Fe - = 0,044

0,0043 g Mn_2O_4 = 0,003097 g Mn = 0,59 % Mn - = 0,040

0,0428 g ZnO = 0,034350 g Zn = 6,54 % Zn - = 0,400

0,0006 g unlöslicher Rückstand = 0,44 % unl. Rückst.

II. 0,7435 g Substanz gaben:

0,3328 g CuO = 0,265682 g Cu = 37,24 % Cu - = 0,589

0,0035 g $PbSO_4$ = 0,002390 g Pb = 0,33 % Pb - = 0,004

0,0443 g $AgCl$ = 0,004763 g Ag = 4,54 % Ag - = 0,044

0,2374 g Sb_2O_4 = 0,487454 g Sb = 26,23 % Sb - = 0,249

0,0056 g $Mg_2As_2O_7$ = 0,002740 g As = 0,38 % As - = 0,005

0,0082 g Fe_2O_3 = 0,00574 g Fe = 0,80 % Fe - = 0,044

0,0077 g Mn_2O_4 = 0,005546 g Mn = 0,78 % Mn - = 0,044

0,0590 g ZnO = 0,047354 g Zn = 6,64 % Zn - = 0,402

0,0004 g unlöslicher Rückstand = 0,04 % unl. Rückst.

In Procenten.

Atomverhältniss: Atomverhältniss:

	I.	II.	Mittel:	I.	II.
S	25,46	—	25,46	0,786	—
Sb	26,99	26,23	26,61	0,225	0,249
As	—	0,38	0,38	—	0,005
Cu	37,49	37,24	37,22	0,588	0,589
Ag	4,54	4,54	4,54	0,044	0,044
Pb	0,33	0,33	0,33	0,004	0,004
Fe	0,80	0,80	0,80	0,044	0,044
Mn	0,59	0,78	0,69	0,040	0,044
Zn	6,54	6,64	6,59	0,400	0,402
Unl. Rückst.	0,44	0,04	0,06		
			99,35		

1) Beim Auskochen der Substanz und Füllen des Pyknometers kamen trotz der möglichsten Achtsamkeit in beiden Fällen unwägbare Stäubchen und Splitterchen der Substanz in Verlust.

Aus obigen Verhältnisszahlen konnte weder eine einfache Formel deducirt werden, noch entsprechen die Analysenresultate den gebräuchlichen Fahlerzformeln $4R''S.R_2'''S_3$ und $3R''S.R_2'''S_3$, wie aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

	I.	II.	Mittel:		$4Cu_2S.Sb_2S_3$	$3Cu_2S.Sb_2S_3$
	Gefunden:				Berechnet:	Berechnet:
<i>S</i>	25,46	—	25,46	} 26,99	23,44	23,50
<i>Sb</i>	26,99	26,23	26,61		24,70	29,60
<i>As</i>	—	0,38	0,38			
<i>Cu</i>	37,49	37,24	37,22			
<i>Ag</i>	4,51	4,51	4,51	} 47,44	52,49	46,90
<i>Pb</i>	0,33	0,33	0,33			
<i>Fe</i>	0,80	0,80	0,80			
<i>Mn</i>	0,59	0,78	0,69			
<i>Zn</i>	6,54	6,64	6,59			
Unl. Rückst.	0,44	0,04	0,06			

G. T. Prior¹⁾ hat für die Tetraëdrite nachstehende Formel vorgeschlagen:

$$3R_2'S.R_2'''S_3 + x[6R''S.R_2'''S_3],$$

wo $R' = Cu, Ag$; $R'' = Fe, Zn$; $R''' = Sb, As, Bi$ und x ein kleiner Bruchtheil, welcher oft $= \frac{1}{10}$ und $\frac{1}{5}$ ist, aber im eisenreichen Coppit bis $\frac{1}{2}$ wächst.

Aus der Analyse des Tetraëdrits von Botes konnte auch diese Formel nicht berechnet werden.

Zuletzt führe ich noch die Analyse des St. Andreasberger²⁾ Fahlerzes an, dessen procentische Zusammensetzung fast gänzlich mit der des Boteser Fahlerzes übereinstimmt.

	Botes.			Andreasberg.		
	I.	II.	Mittel:	I.	II.	Mittel:
<i>S</i>	25,46	—	25,46	25,10	25,34	25,22
<i>Sb</i>	26,99	26,23	26,61	27,52	27,23	27,38
<i>As</i>	—	0,38	0,38	0,65	0,69	0,67
<i>Cu</i>	37,49	37,24	37,22	36,98	37,38	37,18
<i>Ag</i>	4,51	4,51	4,51	4,57	4,59	4,58
<i>Fe</i>	0,80	0,80	0,80	3,84	4,03	3,94
<i>Mn</i>	0,59	0,78	0,69	—	—	—
<i>Zn</i>	6,54	6,64	6,59	5,07	4,94	5,00
Unl. Rückst.	0,44	0,04	0,06			

1) G. T. Prior und L. Spencer, The identity of binnite and tennantite; and the chemical composition of Fahlerz; Mineralogical Magazine, 12, Nr. 56, 148—213. Ref. am Schlusse dieses Heftes S. 90 f.

2) C. Kuhlemann, Krystallisirtes Fahlerz von St. Andreasberg. Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss., Halle 1856, 8, 500.

VI. Auszüge.

1. J. W. Judd (in London) und **W. E. Hidden** (in Cowee Valley, N. C.): **Ueber eine neue Art des Vorkommens von Rubin in Nord-Carolina; nebst krystallographischen Notizen von J. H. Pratt** (Min. Mag. a. Journ. Min. Soc. London 1899, 12, Nr. 56, 439—454. — Amer. Journ. Sc. 1899, 8, 370—381).

Die Rubine finden sich in dem ungefähr zehn Quadratmeilen grossen interessanten Mineraldistrict, der zwischen Caler Fork und Mason Branch, zwei Armen des Cowee Creeks, nahe Franklin, Mason County, Nord-Carolina, liegt. Die Korundkrystalle kommen in Nestern und Bändern in basischen Gesteinen, bestehend aus Hornblende-Eklogiten, Amphiboliten und Hornblendegneissen vor.

Manche der Rubine haben ebenso schöne Farbe wie die von Burmah. Der bemerkenswertheste Begleiter derselben ist Rhodolithgranat (siehe diese Zeitschr. 32, 592), und dieser erscheint oft auch in den Rubinen eingeschlossen, eine Thatsache, welche diese Korundkrystalle von anderen, aus Peridotitgesteinen stammenden, unterscheidet.

Zwei Typen der Rubine sind die gewöhnlichsten; der eine ist tafelartig nach der Basis mit den Formen $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}1\}$; der zweite zeigt eine grössere Entwickelung des Prismas $\{11\bar{2}0\}$ und die Krystalle sind zuweilen bis 15 mm lang.

Einige zeigen die Formen $\{0001\}$, $\{1120\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{22\bar{4}3\}$ in ungefähr gleicher Entwicklung. Streifung auf der Basis durch alternirendes Wachsthum dieser und des Rhomboëders $\{10\bar{1}1\}$ ist für die Krystalle charakteristisch. Einige wenige zeigen secundäres Wachsthum parallel $\{11\bar{2}0\}$.

Ref.: A. S. Eakle.

2. F. R. Mallet (in London, früher Geol. Surv. India): **Ueber Langbeinit aus der Punjab Salt Range** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London, Nr. 56, 12, 459—466; read April 4th, 1899).

Schon früher (Min. Magaz. etc. Nr. 53, 11, 347; ref. in dieser Zeitschr. 31, 198) erwähnte der Verf. ein 1873 von Warth in den Mayo Mines in der Salt Range entdecktes Kali-Magnesiumlager, das als linsenförmige Schicht im »Kallar« (unreinem Steinsalz) vorkam, zwischen den Sujewal- und Purwälla-Salzlagerstätten. Jenes Kali-Magnesiumlager, mehr oder weniger mit dem Kallar selbst gemengt, schien von nur sehr beschränkter Ausdehnung zu sein, und Aehnliches ist auch seitdem nicht mehr gefunden worden. Analysen eines farblosen (I.) und eines rothen (II.) Salzes aus jenem Lager wurden im Catalog der »Collection of Indian Geological Specimens« auf der Wiener Ausstellung 1873 publicirt (und wieder abgedruckt in Wynne's Memoir on the geology of the Salt Range im Mem. Geol. Surv. India 1878, 14, 80):

Analysen von A. Tween:

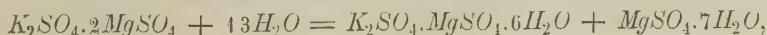
	I.	II.
<i>KCl</i>	3,80	61,43
<i>NaCl</i>	—	29,32
<i>K₂SO₄</i>	38,00	—
<i>MgSO₄</i>	58,02	7,78
<i>H₂O</i>	0,62	2,10
	100,44	100,63

Dem rothen Salze (II.) ähnliche Stücke wurden damals von Tschermak (Tscherm. Min. Mitth. 1873, 135) als »ein weisses oder röthliches körniges Gemenge von Sylvin, Steinsalz und Kieserit« beschrieben, während das farblose Salz (I.) nicht zu Tschermak's Untersuchung kam. Es wurde dann von Mallet (Man. of the Geol. of India 1887, 4, 142) als ein zweifelhaftes Magnesium-Kaliumsulfat beschrieben, etwa 58% *MgSO₄* mit 42% *K₂SO₄* (also *Mg* : *K₂* = 2 : 1), unter Vernachlässigung des Wassers und des jedenfalls als Sylvin beigemengten Chlorkaliums. Inzwischen wurde thatsächlich jenes Doppelsalz von mehreren deutschen Fundorten als Langbeinit (vergl. diese Zeitschr. 29, 255) constatirt. Jetzt untersuchte Mallet zwei Proben des indischen Vorkommens aus den Mayo Mines näher.

Die erste Probe repräsentirt das Material der obigen Analyse I. Nur an einem der bis 3,5 cm grossen unregelmässigen Stücke war etwas von Krystallisation zu beobachten, keine Spaltbarkeit; Bruch uneben oder etwas muschelig; Härte etwa 4; Dichte 2,84, in Terpentin bei 60° F. bestimmt. Einschlussfreie Stücke farblos und durchsichtig; optisch isotrop; ohne wahrnehmbare Circularpolarisation auch in 4 mm dicker Platte. Die Einschlüsse zum Theil mit Gas erfüllte Hohlräume, die auch im Langbeinit selbst vorkommen; zum Theil feste Körper, isotrop oder (meist) doppelbrechend, davon einige nach der Auslöschung wohl von monokliner Krystallform. Analyse an frischem, makroskopisch von Unreinigkeiten freiem Material:

	Gefunden:	Auf 100%:	Theorie:	
<i>K₂O</i>	22,23	22,55	22,70	<i>K₂SO₄</i>
<i>MgO</i>	49,08	49,36	49,44	+
<i>SO₃</i>	57,27	58,09	57,89	<i>2MgSO₄</i>
<i>NaCl</i>	0,44	—	—	
<i>H₂O</i>	0,84	—	—	
	99,83	100,00	100,00	

Da das Natrium offenbar an das Chlor gebunden ist (gefunden *Na* 0,15 und *Cl* 0,26, theor. 0,17 und 0,26), so sind die isotropen Einschlüsse wohl zweifellos Steinsalz, während die doppelbrechenden mit Rücksicht auf die Analyse offenbar aus Kaliumsulfat oder Magnesiumsulfat oder aus beidem bestehen, vielleicht Kieserit oder Epsomit und Pikromerit. Der Langbeinit zieht gepulvert an der Luft rasch Wasser an, mit einer Gewichtszunahme von nahezu 5% in 24 Stunden, bei voller Sättigung etwas weniger als 57%; der genaue Betrag der Zunahme ist abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit; Wägungen an derselben Probe zu verschiedenen Zeiten variierten zwischen 56,36 und 57,01% Zunahme. Eine Absorption von 13 Mol. *H₂O* würde 56,44% Zunahme entsprechen, so dass wohl



d. h. die Umwandlung des Langbeinit in Pikromerit und Epsonit erfolgt. Andererseits schmilzt der Langbeinit bei Rothgluth und erkaltet zu einer weissen, mehr oder weniger deutlich krystallinischen Masse. Auch gepulvertes Kaliumsulfat und entwässertes Bittersalz im Molekularverhältniss von 4 : 2 gemengt, geben eine klare Schmelze; beim Erkalten tritt das Festwerden unter erheblichem Geräusch ein; an den Wänden von Hohlräumen in der weissen Masse sind Oktaeder-, an manchen Krystallen auch Dodekaederflächen erkennbar; isotrop. Precht (Chem. Industr. 1880, **3**, 418; Zeitschr. angew. Chem. 1897, 68; in dieser Zeitschr. nicht referirt) hatte das Salz $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ durch Fällung aus einer concentrirten Magnesiumchlorid-Lösung mit Kaliumsulfat und einem Ueberschusse von Magnesiumsulfat bei Siedehitze, am besten unter Druck von 2 oder gar 4 Atmosphären, dargestellt.

Die zweite von Mallet (nur qualitativ) untersuchte Probe aus den Mayo Mines, theils graulichweiss, theils röthlich, ziemlich grobkörnig, entsprach offenbar dem Material von Tschermak und von Tween (II.), vergl. oben.

Zum Schlusse giebt der Verf. eine Uebersicht der mit dem Steinsalz der Salt Range vorkommenden Mineralien:

1) Von primärer Bildung. Steinsalz geschichtet, in Lagern »immenser« Mächtigkeit und Ausdehnung; Sylvin, geschichtet, nur an einer oder zwei Stellen, gemengt mit Steinsalz, Kieserit und Langbeinit; Anhydrit, geschichtet, mehr oder weniger mit Gyps gemengt; Gyps (?), geschichtet, in ausgedehnten Lagern, gewöhnlich das Steinsalz überlagernd, vergl. secundären Gyps; Kieserit, geschichtet, vergl. Sylvin; Langbeinit, geschichtet, vergl. Sylvin; Dolomit geschichtet; Quarz, Krystalle in Anhydrit und Gyps.

2) Von secundärer Bildung. Steinsalz, Krystalle auf Spalten des primären Steinsalzes, auch faserig; Gyps, veränderter Anhydrit; Gypskrystalle auf Spalten des primären Steinsalzes; ebenso Glauberit- und Blöditkrystalle; Pikromerit (?), wahrscheinlich in geringer Menge, durch Wasseraufnahme aus Langbeinit entstanden; Epsonit, als Efflorescenz, zum Theil wenigstens aus Kieserit entstanden.

Ref.: C. Hintze.

3. L. Fletcher (in London): Ueber den Cliftonit und Taenit aus dem 1884 im Subdistrict von Youdegin im westlichen Australien gefundenen Meteoreisen (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London, Nr. 56, **12**, 171—174; read June 26th, 1899).

Nachdem der Verf. früher (Min. Magaz. etc. Nr. 34, 1887, **7**, 121; in dieser Zeitschr. **13**, 383) nur 3 mg Cliftonit aus 8,32 g desselben Eisens zu seiner Untersuchung gehabt hatte, behandelte er im Jahre 1888 97,25 g Eisen in geeigneter und vorsichtiger Weise mit warmer verdünnter Salzsäure, ohne aber etwas von Cliftonit zu gewinnen, der also nicht einheitlich durch die Masse vertheilt ist. Dagegen wurden dabei kleine dünne glänzende Plättchen von Taenit erhalten, die nach elfjährigem Liegen anscheinend keine Veränderung erlitten hatten. Dichte 6,75, so gering, dass wohl doch eine Oxydation erfolgte. Die Zusammensetzung Fe 61,87 und Ni (+ Co) 38,13 ist nahezu mit der des Taenit aus Glorieta Mountain nach Cohen und Weinschenk (vergl. in dieser Zeitschr. **23**, 288) identisch.

Ref.: C. Hintze.

4. G. T. Prior und **L. J. Spencer** (in London): Ueber die Identität von Binnit und Tennantit, sowie über die chemische Zusammensetzung von Fahlerz (Ebenda 184—213; read January 1st and June 20th, 1899).

Im historischen Ueberblick heben die Verf. hervor, dass schon Des Cloizeaux (Ann. d. mines 1885, 8, 398) den Binnit als eine sehr arsenreiche Varietät des Tennantit beschrieb, aber noch Unterscheidungsmerkmale davon angab, während Delafosse in seinem Cours de Minéralogie (1860) thatsächlich den Binnit beim Arsenfahlerz einordnete und darauf hinwies, dass Stockar-Escher's Binnitanalyse die Zusammensetzung des Cornwaller Tennantit ergebe.

Die Untersuchung von etwa 60 Krystallen (gemessen 24 Krystalle und 23 Bruchstücke), die 1898 bei Sprengarbeiten im Binnenthal gesammelt wurden, ergab kristallographisch nur wenig Ergänzungen zu den Arbeiten von Baumhauer (in dieser Zeitschr. 21, 202; 28, 545) und Trechmann (Min. Magaz. etc. Nr. 47, 1893, 10, 220; ref. in dieser Zeitschr. 25, 299). Die glänzenden, meist glatt- und ebenflächigen Krystalle sind selten über 3—4 mm gross, einer aber nahezu 1 cm lang nach einer trigonalen Axe. Gewöhnlich sind zwei oder mehr Formen von etwa gleicher Ausdehnung, so dass selten ein ausgesprochen hexaëdrischer oder dodekaëdrischer Habitus erscheint; nur ein Krystall war typisch tetraëdrisch. Häufig ist sehr verzerrte Ausbildung. Gewöhnlich kommen die Krystalle einzeln vor, zuweilen zwei zusammen in nahezu paralleler Verwachsung; keine Zwillinge beobachtet. An 24 gemessenen Krystallen wurden beobachtet:

$\{100\}$ an allen Krystallen, gross oder klein; stets glänzend, glatt oder gestreift nach der Kante mit dem positiven $+o\{111\}$.

$\{110\}$ auch stets vorhanden, gewöhnlich herrschend; glänzend und glatt, nur selten angeätzt und gestreift nach den anliegenden Würfflächen.

$+o\{111\}$ nicht häufig; klein und glänzend; an dem einen (schon oben erwähnten) Krystalle von tetraëdrischem Habitus ausgedehnt, gestreift nach den Kanten mit den Würfflächen.

$-o\{111\}$ häufiger als $+o$; die Flächen klein und glänzend; anscheinend oft hervorgebracht durch Aetzung auf $-i\{211\}$.

$+i\{211\}$ an allen Krystallen, häufig herrschend; sehr glänzend und eben, zuweilen fein gestreift nach den Kanten mit $+o\{111\}$, besonders wenn mehrere andere $\{hkk\}$ in demselben Oktanten auftreten.

$-i\{211\}$ auch überall, breit oder schmal; gewöhnlich zwar ganz eben, aber matt und wie angeätzt, kein Signalbild gebend, selten glänzend und glatt, etwas röthlich angelaufen. Zuweilen sind die Grübchen tief und reflectiren an zahlreichen Punkten in der Lage von $-o\{111\}$, sowie in geringerer Ausdehnung von $\{110\}$ und $\{100\}$.

$\{611\}$ an den meisten Krystallen als schmale glänzende Flächen, parallel den Kanten mit dem Würfel gestreift.

$\{hkk\}$. Einige Krystalle zeigen in den positiven Oktanten eine Zonenbande glänzender schmaler Flächen zwischen Würfel und Oktaëder; nach den Kanten mit diesen gestreift oder gerundet. Nachstehende Winkel repräsentiren eine Auswahl aus den besten der zahlreichen Messungen an vielen Krystallen:

$+ \{hkk\}$	Ber. W. zu $\{100\}$	Gemessen Spencer:	Andere Beobachter ¹⁾ :
(25.4.1)	$3^0 14'$	$3^0 18'$. Grosse, glatte Fläche	—
(18.4.1)	$4 \ 29\frac{1}{2}'$, $4 \ 28$, $4^0 30'$.	An zwei Krystallen	—
(14.4.1) (?)	$5 \ 46$	$5 \ 40$	—
(12.4.1)	$6 \ 43$	$6 \ 40$, $6 \ 37$	Baumh., Trechm.

¹⁾ Baumhauer (diese Zeitschr. 21, 202; 28, 545); Trechmann (ebenda 25, 299); Lewis (ebenda 2, 192); Hessenberg (Min. Not. Nr. 42, 1875, 9); Heusser (Pogg. Ann. 1855, 94, 334; 1856, 97, 115); Groth (Min.-Samml. Strassburg, 1878, 60).

$+$ ($h k l$)	Ber. W. zu (100)	Gemessen Spencer:	Andere Beobachter:
(51.5.5)	$7^0 53\frac{1}{2}'$	$7^0 53'$ ziemlich gross	—
(10.1.1)	8 3	8 2, $8^0 11'$	Hessbg., Lew., Tr., Bmh.
(911)	8 56	8 54	Trechmann
(811) (?)	10 $1\frac{1}{2}$	9 46, 10 21	Trechmann
(31.4.4)	10 $20\frac{1}{2}$	10 21	—
(711)	11 25	11 23, 11 29	Lewis, Trechm., Bmh.
(611)	13 16	13 15 etc.	Heusser, Groth, L., B., T.
(411)	19 28	19 24, $19^0 28'$, $19^0 16'$, $19^0 21'$	Hessbg., L., B., T.
(311)	25 14	25 13, 25 23, 25 12	Trechm., Baumh.
(522)	29 30	29 18	Trechmann
(25.12.12)	34 10	34 $11\frac{1}{2}$	—
(211)	35 16	35 16 etc.	Alle Autoren

$+$ {332} an 5 Krystallen; schmale glänzende Flächen, gestreift oder gerundet nach den Kanten mit $i\{211\}$.

— {332} an 5 Krystallen, aber an anderen, als $+$ {332}. Schmale matte Flächen von demselben Charakter wie $-i\{211\}$; gestreift nach den Kanten mit $-o\{111\}$, d. h. senkrecht zur Kante [$-i$, $-i$].

$+$ {552} an 4 Krystallen, kleine glänzende Flächen, zuweilen gestreift und gerundet nach den Kanten mit $+o\{111\}$.

Ausser {332} und {552} auch andere Reflexe in den gerundeten positiven Oktanten in der Zone zwischen {111} und {110}.

{210} [neu für Binnit] und {310} als glänzende schmale Abstumpfungen.

$+$ {321} glänzend, gestreift nach der Kante mit $+o\{111\}$. Oefter als schmale Abstumpfung der Kante {211} {110}.

$+$ {543} und {965}, schmale glänzende Flächen an einem Krystalle; neu für Fahlerz. Zone: (211) (965) (543) (332) (453) (695) (121).

Die glänzende Rundung von Kanten und Ecken ist charakteristisch für die positiven Oktanten und kommt selten in den negativen vor. Viele der schmalen Flächen mögen nur Aetzflächen sein.

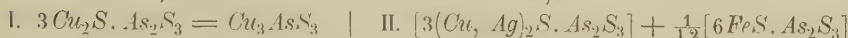
Farbe eisenschwarz; lebhaft metallglänzend, meist von sammetartigem Charakter. Strich (auf Papier) matt und gewöhnlich kastanienbraun, aber bei verschiedenen Krystallen in der Nüance variirend, zuweilen dunkelbraun mit einem Strich in Purpur; an zwei Krystallen war er schwarz. Sehr dünne Splitter der braun streichenden Krystalle sind carminfarben durchscheinend und blitzen ebenso auch auf Bruchflächen auf. Optisch isotrop. Die schwarz streichenden Krystalle undurchsichtig. Die Strichfarbe scheint vom Eisengehalte abzuhängen, schwarz bei mehr als $3\frac{0}{10}$ Fe. Charakteristisch der glänzende muschelige Bruch. Sehr spröde. Härte $> 4\frac{1}{4}$. Dichte des analysirten Materials mit braunem Strich 4,62, mit schwarzem 4,598, bei 18^0 C.

Die Krystalle, einzeln oder zuweilen bis zu einem Dutzend in einem Hohlraume, scheinen am häufigsten in von grobkrystallinischem gelblichem Dolomit durchsetzten Partien des weissen zuckerkörnigen Dolomits vorzukommen und sitzen auf den die Wandungen auskleidenden farblosen Dolomitkrystallen oder zuweilen auf Blende; einmal wurden die Krystalle von Binnit und Blende in nahezu paralleler Stellung beobachtet.

Analysen¹⁾ von Prior an Krystallen mit braunem (I.) und schwarzem (II.) Strich:

1) Atomgewichte nach Clarke (Smithson. Miscell. Collections 1897, Nr. 4075).

	I.	Atomverhältniss:		II.	Atomverhältniss:	
<i>Cu</i>	49,83	0,7895	6	44,42	0,6994	6
<i>Ag</i>	1,87	0,0174		4,77	0,0445	
<i>As</i>	19,04	0,2558	1,902	[20,49]	0,2690	2,171
<i>Pb</i>	0,17	0,0008	0,006	—	0,0662	0,534
<i>Fe</i>	1,11	0,0200	0,148	3,68	—	—
<i>S</i>	27,60 1)	0,8671	6,446	26,94	0,8463	6,830
	99,62			100,00		



Die Analysen stimmen gut mit denen von Kudernatsch (Pogg. Ann. 1836, 38, 397) und Rammelsberg und Wackernagel (Ramm. Mineralchem. 1860, 88) an Cornwaller Tennantit überein; Dichte 4,69 (Wackernagel). An dessen Krystallen gab Phillips (Qu. Journ. Lit. Sci. u. Arts Roy. [Inst.] 1849, 7, 95; Min. 1823, 3. Aufl.) {100} {110} {111} {211} {322} an, Miers im Catalog des British Museum {100} {110} {111} {111} {211} {211} {332} und schmale Flächen von annähernd {611}; alle Formen am Binnit beobachtet.

Mit der allgemein für Fahlerz angenommenen, von H. Rose 1829 aufgestellten Formel $4Cu_2S.(Sb, As)_2S_3$ oder $4R''S.R_2'''S_3$ stimmen nur wenige Fahlerzanalysen überein; viele nähern sich mehr $3R''S.R_2'''S_3$, eine neuere am Clausthaler Fahlerz von Fraatz (bei Hampe, Chem. Ztg. 1893, 17, 1694; in dieser Zeitschr. nicht referirt) giebt $7RS.2Sb_2S_3 + 4RS.Sb_2S_3 + 3RS.Sb_2S_3$. Diese letzteren beiden Glieder werden von Rammelsberg (Mineralch. 2. Suppl. 1895, 46) als die beiden »Grundverbindungen« angenommen. Wie schon Petersen (N. Jahrb. 1870, 458) als allgemeine Fahlerzformel $3RS.Q_2S_3$ bevorzugt hatte, so nehmen die Verf. jedenfalls für das einfache Kupferfahlerz $3Cu_2S.(Sb, As)_2S_3$ an, und weiter für die Beimischung der anderen Sulfosalze die neue Formel

$$[3R'_2S.R_2'''S_3] + x[6R''S.R_2'''S_3]$$

$R' = Cu, Ag; \quad R'' = Fe, Zn; \quad R''' = Sb, As, Bi.$

Näher untersucht wurden folgende drei Vorkommen:

1) »Fresney d'Oisans, Dauphiné«. Auf der im Heuland'schen Verkaufscatalog vom 3. Mai 1833 aufgeführten Stufe ein 4 cm grosser Krystall mit grossen, in Brauneisen umgewandelten Eisenspath-Rhomboëdern und wasserhellen Quarzen. Am Fahlerz beide Tetraëder im Gleichgewicht, das eine (positive) glatt und glänzend, das andere matt, rau und bedeckt mit zahlreichen kleinen dreiseitigen Pyramiden, die mit den Flächen des Dodekaëders reflectiren und in der Lage von $o\{1\bar{1}1\}$ mit kleinen dreiseitigen glatten aber matten Abstumpfungsfächen; dazu in guter Ausbildung $+i\{211\}$ und $-i\{2\bar{1}1\}$, $+i$ glatt und glänzend und fein gestreift nach der Kante mit $+o$, $-i$ ausgedehnter und matt, tief gestreift senkrecht zur Kante mit $-o$; {110} als schmale glänzende Abstumpfung von {111} {111}. Stahlgrau, mit lebhaftem Metallglanz; Strich matt und dunkelbraun mit einem Stich in Purpur; auch in dünnen Splitteln undurchsichtig. Bruch muschelig, sehr glänzend und glatt. Sehr spröde. Härte »4½«. Dichte 4,921 bei 17° C.

2) Horhausen²⁾. Bis 5 mm grosse Krystalle von tetraëdrischem Habitus

1) Mittel aus 27,56 und 27,63, letzteres an anderer Portion durch Schmelzen mit Natriumcarbonat und Kaliumnitrat gefunden.

2) Früher beschrieben von Klein (N. Jahrb. etc. 1871, 493), Sadebeck (Zeitschr. d. geol. Ges. 1872, 24, 458), Seligmann (diese Zeitschr. 1, 335), G. vom Rath (ebenda 5, 258), Groth (Min.-Samml. Strassburg 1878, 66).

zeigten (geordnet nach der Ausdehnung): $+o\{111\}$, gewöhnlich eben, zuweilen durch glänzende Vicinalflächen $\{hhl\}$ ($h > l$), tief gestreift nach den Kanten mit $\{111\}$ und $\{110\}$, ersetzt: $\{110\}$ und $+i\{211\}$ glatt und glänzend; ebenso $\{100\}$, nur schwach gestreift nach den Kanten mit $+o$; $-i\{211\}$, weniger glänzend als $+i$, zuweilen ziemlich rauh; $-\{4\bar{1}1\}$ und $-o\{1\bar{1}1\}$ glänzend und glatt, aber klein; nur einmal sehr schmal $+ \{411\}$ und $-\{3\bar{3}2\}$. Kein Unterschied der Oktanten beim Ätzen mit Bromwasser oder Salpetersäure. Eisenschwarz, lebhaft metallglänzend; Strich dunkelbraun mit einem Stich in Purpur. Nur dünnste Splitter carminroth durchscheinend, isotrop. Bruch muschelig, glatt und glänzend, aber nicht so gut wie bei Binnit. Spröde. Härte $\approx 4\frac{1}{4}$. Dichte 4,969 bei 17^0 C. Auf derbem Eisenspath mit Partien und Adern milchweissen Quarzes ausser dem Fahlerz linsenförmige Krystalle von Eisenspath, Krystalle von Quarz, Bleiglanz und Blende.

3) Wenzel bei Wolfach in Baden (?). Fundort vermuthet wegen der Aehnlichkeit mit Sandberger's Beschreibung (N. Jahrb. etc. 1869, 301, 297; Erzgänge 1885, 288, 283); früher als Andreasberg etikettirt, aber wohl irrtümlich, wegen der Paragenesis. Tetraëdrische, 5—15 mm grosse Krystalle, $+o\{111\}$ mit $+ \{211\}$ $\{411\}$ und $\{100\}$, klein und glänzend $-o\{1\bar{1}1\}$ mit $\{110\}$; $\{100\}$ und $\{411\}$ stark gestreift nach ihren Kanten, weniger deutlich $\{211\}$; die Flächen glänzend, aber etwas rauh durch eigenthümliche körnige und wurmförmige Zeichnungen. Stahlgrau bis eisenschwarz; Strich schwarz (oder ganz dunkelbraun). Undurchsichtig. Spröde. Härte 4. Bruch muschelig, stellenweise halbmuschelig bis uneben. Dichte 5,047 bei 22^0 C. Das Muttergestein ein schmutzgelbes Gemenge von Dolomit und einem schuppigen talkartigen Mineral, mit eingewachsenem Eisenkies und Quarz; mit den Fahlerzkrystallen aufgewachsen Bleiglanz $\{100\}$ $\{111\}$ $\{110\}$, theilweise von weissem Baryt umhüllt; auf dem Fahlerz mikroskopische Kupferkieskryställchen.

Analysen von Prior:

	Dauphiné:			Horhausen:			Wolfach:		
Cu	45,39	0,7192	6	41,55	0,6582	6	30,56	0,4842	6
Ag	—	—	—	—	—	—	15,26	0,1425	
Sb	28,85	0,2444	2,047	28,32	0,2370	2,20	27,73	0,2320	2,21
Bi	—	—	—	0,83	0,0046		—	—	
As	Spur	—	—	Spur	—	—	Spur	—	—
Fe	4,32	0,0238	0,499	4,02	0,0184	0,55	3,54	0,0634	0,60
Zn	—	—	—	2,63	0,0405		Spur	—	
Pb	0,41	0,0005	0,004	0,62	0,0030	—	0,05	0,0002	—
S	24,48	0,7690	6,424	24,33	0,7642	6,95	23,15	0,7272	6,96
	100,15			99,30			100,26		

Dauphiné (ohne FeS_2 und PbS): $3Cu_2S.Sb_2S_3 \parallel Cu$ 46,83, Sb 29,55, S 23,62, Horhausen: $[3Cu_2S.Sb_2S_3] + \frac{1}{10}[6(Fe,Zn)S.Sb_2S_3]$, Wolfach: $[3(Cu,Ag)_2S.Sb_2S_3] + \frac{1}{10}[6(Fe,Zn)S.Sb_2S_3]$, also nicht $3(Fe,Zn)S$, sondern $6(Fe,Zn)S$ vertreten $3Cu_2S$.

Schliesslich wird die neue Formel an 18 Analysen geprüft, denen reines Material und gute Methoden zuzuschreiben sind. Es bezeichnet $1:x$ das Verhältniss $[3R_2'S.R_2'''S_3] : [6R''S.R_2'''S_3]$.

Clausthal, H. Rose¹⁾ (Pogg. Ann. 1829, 15, 578)

4 : $\frac{1}{5}$

Wenzel bei Wolfach, H. Rose (ebenda 579)

4 : $\frac{1}{5}$

4) Zwei von Rose's sieben Analysen an unreinem Material.

Dillenburg, H. Rose (ebenda 578)	4: $\frac{1}{5}$
Kapnik, H. Rose (ebenda 577)	4: $\frac{1}{5}$
Silberfahlerz von Freiberg, H. Rose (ebenda 579)	4: $\frac{1}{5}$
Clausthal, Schindling (N. Jahrb. etc. 1856, 335)	4: $\frac{1}{6}$
»Coppit«, Val di Frigido, Bechi (D'Achiardi, Min. Tosc. 1873, 2, 341)	4: $\frac{1}{2}$
Quecksilberfahlerz, Moschel, Sandberger (N. Jahrb. etc. 1865, 596)	4: $\frac{1}{4}$
De Soto-Mine, Star City, Nevada, Burton (Am. Journ. Sc. 1868, 45, 37)	4: $\frac{1}{5}$
Kahl bei Bieber, Hessen, Mutschler (N. Jahrb. etc. 1877, 275)	4: $\frac{1}{4}$
Huallanca, Peru, Comstock (diese Zeitschr. 4, 87)	4: $\frac{1}{5}$
Kapnik, Hidegh (diese Zeitschr. 5, 373)	4: $\frac{1}{5}$
Herrengrund, Hidegh (ebenda 5, 374)	4: $\frac{1}{5}$
Clausthal, Fraatz (bei Hampe, Chemiker-Ztg. 1893, 17, 4694)	4: $\frac{1}{5}$

»Julianit«, Rudelstadt in Schlesien (Websky, Zeitschr. d. geol. Ges. 1871, 23, 486) entspricht nahezu $3Cu_2S.As_2S_3$; »Aphthonit« von Gärdsjö in Wernmland (Nilson, diese Zeitschr. 1, 447) sehr genau $3Cu_2S.Sb_2S_3$; Tennantit von Szászka in Ungarn (Hidegh, ebenda 5, 374) $3Cu_2S.As_2S_3 + \frac{1}{2}Cu_2S$ (Kupferglanz); Tennantit von der Mollie Gibson-Mine in Colorado (Penfield und Pearce ebenda 23, 525) $9[3Cu_2S.As_2S_3] + 2[6ZnS.As_2S_3] + [9(Ag, Cu)_2S.As_2S_3]$ (Polybasit).

Ref.: C. Hintze.

5. W. F. Hillebrand (in Washington, D. C.): **Mineralogische Notizen: Analysen von Tysonit, Bastnäsit, Prosopit, Jeffersonit, Covellit, Enargit** (Amer. Journ. Science 1899 (4), 7, 51—57).

Tysonit und Bastnäsit.

Die untersuchten Mineralien stammen von Cheyenne Mountain, nahe Pike's Peak, Colorado. Der Bastnäsit bedeckt, bis ein Zoll dick, eine Seite des Tysonits. Sein Brechungsindex war grösser als derjenige des Tysonit. Beide enthielten winzige, farbige Einschlüsse, und der Tysonit zeigte ausserdem viele kleine eckige Hohlräume, welche eine Flüssigkeit mit Gasblase und zuweilen hexaëdrische Kryställchen enthielten. Die Analysen ergaben:

	Tysonit:	Bastnäsit:
Ce_2O_3	42,89 ¹⁾	37,74 ¹⁾
<i>La</i> -Gruppe	39,31 ²⁾	36,29 ²⁾
<i>F</i>	28,71 ³⁾	7,83
CO_2	0,53	20,03 ³⁾
Fe_2O_3	0,44	0,22
CaO	0,48	—
Na_2O ⁴⁾ (approx.)	0,30	0,18 ⁴⁾
H_2O	—	0,08
	<hr/> 442,03	<hr/> 402,34
Minus <i>O</i> für <i>F</i>	42,08	3,30
	<hr/> 99,95	<hr/> 99,04

1) 43 % ThO_2 (?).

2) At.-Gew. 139,7; einschliesslich 0,24 % löslich in K_2SO_4 .

3) Mittel von 28,86 und 28,56.

4) Mit Spuren von *K* und *Li*.
Spec. Gew. bei 28° C. = 6,44.

1) Mittel von 37,73 und 37,69; einschliesslich 40 % ThO_2 (?).

2) At.-Gew. 144; einschliesslich 0,09 % löslich in K_2SO_4 .

3) Mittel von 19,94 und 20,11.

4) Mit Spuren von *K* und *Li*.
Spec. Gew. bei 27° C. = 5,12.

Die Verhältnisse sind:

Tysonit $R : F, CO_3 = 1 : 3,05$

Bastnäsit $R : F, CO_3 = 1 : 2,94$

Die obige directe Fluorbestimmung bestätigt daher vollständig die bisher angenommene Formel $R'''F_3'$ für Tysonit und $R'''(F'.CO_3'')$ für Bastnäsit.

Prosopit.

Das Mineral stammt aus dem Dugway-Miningdistrict, Torvel County, Utah, und ist begleitet von Fluorit, gediegenem Silber und zersetztem goldhaltigem Pyrit. Spec. Gew. bei 21^0 C. = 2,87. Härte ca. 4,5. Verlor H_2O erst bei 280^0 C. nach langem Erhitzen. Die Analyse ergab:

<i>Al</i>	20,08
<i>Ca</i>	17,55
<i>Mg</i>	Spur
<i>K</i>	0,12
<i>Na</i>	0,32
<i>Cu</i>	0,17
<i>F</i>	28,00
H_2O	14,24
SiO_2 und <i>O</i>	19,52
	<hr/> 100,00

Unter Vernachlässigung des Kupfers und der Alkalien, und unter Annahme des Verhältnisses $Al : Ca = 2 : 1$, lässt sich die procentische Zusammensetzung (I.) berechnen. Zur Vergleichung Prosopit von Altenberg (II.) und von Pike's Peak (III.).

	I.	II.	III.
<i>Al</i>	22,74	23,37	22,02
<i>Ca</i>	16,85	16,19	17,28
<i>F</i>	29,95	35,01	33,18
H_2O	16,12	12,41	13,46
<i>O</i> : c	14,34	15,58	13,41
	<hr/> 100,00		

Man sieht aus dieser Vergleichung, dass Fluor und Hydroxyl in dem Prosopit einander gegenseitig ersetzen können.

Jeffersonit.

Begleiter der Zinkerze von Franklin Furnace, New Jersey. Tiefbraun, blättrig, mit guter Spaltbarkeit und lebhaftem Glanze auf den Spaltungsflächen. Härte ca. 5,5. Spec. Gew. bei $21,5^0$ C. = 3,39. Schmilzt schwer zu einer gefärbten Glasperle. Die Analyse ergab:

SiO_2	51,70
Al_2O_3	0,36
Fe_2O_3	0,37
<i>MnO</i>	7,43
<i>ZnO</i>	3,31
<i>CaO</i>	23,68
<i>MgO</i>	12,57
Na_2O	0,12
K_2O	Spur
H_2O	0,65
	<hr/> 100,19

TiO_2 , FeO und P_2O_5 nicht vorhanden.

Das Verhältniss $LiO_2 : RO = 1 : 4,02$, daher ein Metasilicat vorliegt.

Covellit, Enargit und ein Stalaktit.

Die Analysen von indigblauem Covellit aus der »East Greyrock« Mine, von Enargit aus der »Rarus« Mine und von einem himmelblauen Stalaktit aus der »Anaconda« Mine, von Butte, Montana, ergaben:

Covellit:		Enargit:		Stalaktit:	
<i>Cu</i>	66,06	<i>Cu</i>	48,67	<i>CuO</i>	9,32
<i>S</i>	33,87	<i>Fe</i>	0,33	<i>FeO</i>	0,48
<i>Fe</i>	0,14 = 0,30 FeS_2	<i>Zn</i>	0,10	<i>MgO</i>	0,08
Unlös.	0,11	<i>As</i>	17,94	Al_2O_3	10,67
	100,18	<i>Sb</i>	1,76	SO_3	35,05
Spec. Gew. = 4,76 bei 26° C.		<i>S</i>	31,44	P_2O_5	1,13
		Unlös.	0,11	As_2O_5	0,07
			100,32	H_2O	43,44
				Unlös.	0,06
					100,00

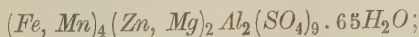
Faseriges Eisensulfat.

Ein dichtes, grünes, faseriges, kupferhaltiges Eisensulfat, wahrscheinlich Melanterit, wurde in der »St. Paul«-Mine nahe Whitehall, Montana, gefunden. Es zeigte eine äussere weisse umgewandelte Zone.

Die Analyse des frischen, grünen Materials ergab:

Al_2O_3	4,34
FeO	9,04
NiO	0,03
MnO	2,62
ZnO	1,06
CuO	0,05
CaO	0,09
MgO	3,07
Na_2O	0,07 (?)
SO_3	29,88
Cl, CO_2	—
H_2O	48,84
Unlöslich	0,16
	99,25

Das Mineral verlor 10 % H_2O über H_2SO_4 in 24 Stunden und nur 0,40 % mehr während der nächsten 24 Stunden, aber im Ganzen 14,4 % nach 10 Tagen. Das Wasser wurde an der Luft spärlich wieder absorbiert. Die Substanz kann als eine Mischung von Alunogen mit Salzen der Melanteritgruppe betrachtet werden; die empirische Formel ist:



die äussere weisse Zone enthielt nur 39,62 % H_2O .

Ref.: A. S. Finkle.

6. T. L. Walker (in Calcutta): **Die Krystalsymmetrie der Mineralien der Glimmergruppe** (Amer. Journ. Science 1899 (4), 7, 499—204).

Bei der Untersuchung verschiedener Glieder der Glimmergruppe fand der Verf. eine Abweichung der optischen Axenebene von der Symmetrie der Schlagfigur, d. h. von demjenigen Strahle derselben, welcher parallel der Kante (001): (010) ist. Die Divergenz der Axenebene wurde stets gegen den nächstliegenden Strahl der Schlagfigur gemessen. Dieselbe schwankte mit der Dicke der Lamellen. Der Phlogopit ergab:

Fundort:	Maximale Divergenz:	Winkel $\chi^1)$	Material:
Canada:			
Templeton, Prov. Quebec	9° 0'	—	Spaltungsstücke
South Burgess, Ontario	43 0	61° 53'	—
Vereinigte Staaten:			
Winchester, Pennsylvanien	17 0	—	—
Dekalb, St. Laurence Co., New York	6 20	61 30	—
Pierrepont — —	4 20	—	—
Rossie — —	2 30	60 50	—
Macomb — —	3 30	63 30	—
Hammond — —	10 30	—	Krystalle
Pope's Mill, Jefferson Co. —	7 30	63 0	Spaltungsstücke
Muscalonge Lake —	8 30	—	Krystalle
Finnland:			
Pargas	14 0	—	—
	8 0	—	—
Indien:			
Nord-Burmah	11 30	60 20	—
Travancore	14 0	63 14	Spaltungsstücke
Merzapur	3 0	59 20	—
Ceylon:			
Radigara	13 0	63 28	—
	15 0	62 27	—

Diese Beobachtungen zeigen, dass die optische Axenebene des Phlogopit weder parallel, noch senkrecht zum Klinopinakoid liegt und deshalb das Mineral als triklin betrachtet werden muss.

Der Biotit ergab:

Fundort:	Divergenz:	Material:
Indien:		
Hazaribagh, Bengalen	9° 0'	Spaltungsstücke
Sibirien:		
Baikal-See	5 0	—
Schweden:		
Wermland	9 30	Spaltungsstücke von Lepidomelan
Preussen:		
Eifel	7 0	Krystalle von Rubellan

Die Lithionglimmer, Lepidolith und Zinnwaldit, zeigten die Axenebene entweder senkrecht oder parallel einem Strahle der Schlagfigur.

4) Der Winkel der beiden prismatischen Strahlen der Schlagfigur. Siehe diese Zeitschr. 30, 393 und 31, 200.

Muscovit zeigte die Ebene immer senkrecht zu einem Strahle der Schlagfigur.

Nach dem Verf. scheint es offenbar, dass einige Glieder der Glimmergruppe, nämlich Biotit, Phlogopit, Rubellan, Lepidomelan, Lepidolith (?) und Zinnwaldit (?), triklin sind, während Muscovit monoklin ist.

Ref.: A. S. Eakle.

7. G. C. Hoffmann (in Ottawa): Ueber das Vorkommen von Polykras in Canada (Ebenda 243).

Das Mineral wurde im Calvin Township, Nipissing-District, Ontario, in krystallinischen Massen, bis über 700 g, in einem grobkörnigen Granitgange, begleitet von Xenotim, zersetztem Magnetit und bräunlichrothem Spessartit, gefunden; pechschwarze Farbe, unebener bis muscheliger Bruch, pechartiger Glanz, spröde, graubrauner Strich. Spec. Gew. bei 15,5° C. = 4,842.

Eine qualitative Analyse zeigte: Nb_2O_5 viel, Ta_2O_5 wenig, TiO_2 viel, Y_2O_3 wenig, ThO_2 wenig, SnO_2 Spur, Ce_2O_3 wenig, La_2O_3 wenig, Di_2O_3 wenig, UO_2 wenig, FeO wenig, MgO Spur, H_2O wenig, kein ZrO_2 .

Ref.: A. S. Eakle.

8. J. H. Pratt (in Chapel Hill, N. C.): Ueber das Vorkommen, die Entstehungsart und die chemische Zusammensetzung des Chromits (Ebenda 284—286).

Der Chromit in Nord-Carolina kommt in Massen und Körnern in den Peridotiten vor, und zwar ist das Mineral als eines der ersten Producte aus dem geschmolzenen Peridotitmagma, in derselben Weise wie Korund, auskrystallisirt.

Die Analysen des Chromits ergaben:

	Price Creek		Corundum Hill		Webster	
	von C. Baskerville.				von H. W. Foote.	
	Verhältniss:		Verhältniss:		Verhältniss:	
Cr_2O_3	59,20	0,386	57,80	0,377	39,95	0,264
Al_2O_3	7,15	0,070	7,82	0,076	29,28	0,287
FeO	25,02	0,347	25,68	0,356	13,19	0,193
MgO	4,42	0,111	5,22	0,131	17,31	0,433
SiO_2	3,20		2,80		—	
MnO	0,92		0,69		—	
	99,91		100,01		99,73	

Das beständige Vorkommen von Al_2O_3 und MgO im Chromit deutet an, dass das Mineral nicht reines $FeO.Cr_2O_3$, sondern eine Mischung der drei Moleküle $FeO.Cr_2O_3$, $MgO.Cr_2O_3$ und $MgO.Al_2O_3$ ist.

Dem zu Folge entsprechen die obigen Analysen folgenden Mischungen:

Price Creek	10 ($FeO.Cr_2O_3$); $MgO.Cr_2O_3$; 2 ($MgO.Al_2O_3$)
Corundum Hill	9 ($FeO.Cr_2O_3$); $MgO.Cr_2O_3$; 2 ($MgO.Al_2O_3$)
Webster	$FeO.Cr_2O_3$; $MgO.Cr_2O_3$; 2 ($MgO.Al_2O_3$).

Berechnet für		Gefunden für Webster-Chromit:
2 ($MgO.Al_2O_3$); $MgO.Cr_2O_3$; $FeO.Cr_2O_3$		
Cr_2O_3	40,90	39,95
Al_2O_3	30,44	29,28
FeO	10,75	13,90
MgO	17,91	17,31

Wegen der grossen Abweichung, welche der Chromit von Webster in Zusammensetzung und Ansehen von den anderen zeigt, schlägt der Verf. für ihn den Namen Mitchellit, zu Ehren des Prof. Elisha Mitchell von Nord-Carolina, vor.

Ref.: A. S. Eakle.

9. H. W. Turner (in Washington, D. C.): **Analysen einiger gesteinsbildender Biotite und Amphibole aus Californien** (Amer. Journ. Science 1899 (4), 7, 294—298).

I. Schwarzer Biotit aus einem Biotitgranit von El Capitan, Yosemite Valley.

II. Schwarzer Biotit aus einem Quarzmonzonit von ca. 4 km südwestlich von Blood's Station, Alpine County.

III. Rötlichbrauner Biotit aus einem Pyroxengneiss von Nord-Mokelumne River, ungefähr 4 km von der Mündung des Bear River.

IV. Biotit aus einem Quarzmonzonit von einem Geschiebe nahe der Tioga-Landstrasse, südöstlich von Mt. Hoffmann.

V. Amphibol aus einem Amphibolgabbro von Beaver Creek, ungefähr 18 km östlich von »Big Trees« Postamt; zeigt starken Pleochroismus, braun bis grün, und grossen Auslöschungswinkel.

VI. Amphibol aus demselben Geschiebe wie Biotit IV. Dunkelgrün, pleochroitisch, grosser Auslöschungswinkel.

	I. Berechnet minus Apatit:		II.	III.	IV.	V.	VI.
<i>SiO₂</i>	35,64	36,02	35,62	36,62	35,75	46,08	47,49
<i>TiO₂</i>	1,12	1,13	2,61	3,03	3,16	0,77	1,21
<i>Al₂O₃</i>	18,62	18,81	15,24	14,37	14,70	10,56	7,07
<i>Cr₂O₃</i>	—	—	—	—	Spur	—	—
<i>V₂O₃</i>	—	—	—	—	0,05	—	0,04
<i>Fe₂O₃</i>	5,54	5,60	4,69	4,04	4,65	2,81	4,88
<i>FeO</i>	14,60	14,75	13,67	17,09	14,08	8,30	10,69
<i>MnO</i>	0,79	0,80	0,74	0,40	0,45	0,15	0,51
<i>NiO</i> und <i>CoO</i>	—	—	—	—	0,02	—	0,02
<i>CaO</i>	0,90	0,65	0,95	1,48	0,17	12,64	11,92
<i>SrO</i>	—	—	Spur	Spur	?	—	—
<i>BaO</i>	Spur	Spur	0,26	0,33	0,12	—	—
<i>MgO</i>	9,72	9,82	12,70	9,68	12,37	14,40	13,06
<i>K₂O</i>	9,22	9,32	7,72	8,20	9,19	0,34	0,49
<i>Na₂O</i>	0,38	0,38	0,50	0,45	0,32	1,62	0,75
<i>Li₂O</i>	Spur	Spur	Spur	Spur		—	Spur
<i>H₂O</i> unter 110° C.	0,48	—	0,94	0,90	1,03 ¹⁾	0,17	—
<i>H₂O</i> über 110° C.	2,54	2,57	4,36	3,26	3,64 ¹⁾	1,97	1,86
<i>P₂O₅</i>	0,20	—	—	—	0,03	0,18	—
<i>F</i> ^{a)}	0,26	0,26	—	0,10	0,17	—	0,06
	100,01	100,11	100,00	99,95	99,90	99,99	100,05
Minus <i>O</i> für <i>F</i>	0,11	0,11		0,04	0,07	Sp. Gew.	Sp. Gew.
						b. 21° C.	b. 21,5° C.
						= 3,05.	= 3,203

1) bei 105° C.

Analysen I., II., III. und V. von W. Valentine, IV. und VI. von W. F. Hillebrand.

Ref.: A. S. Eakle.

10. O. A. Derby (in Rio Janeiro): Ueber die Association von Thongesteinen mit Quarzgängen in der Gegend von Diamantina, Brasilien (Ebenda 343—356).

Die Analyse (von Hussak) eines rein weissen, körnigen Kaolin, begleitet von Quarz, aus einem Quarzgange der Diamantmine von São João da Chapada, ergab:

SiO_2	44,96
Al_2O_3	42,09
H_2O	13,25
	100,30

Krystalle von Monazit und von Xenotim im Thone dieser Gegend besitzen Eigentümlichkeiten ihrer Formen, welche sie von den an primären Lagerstätten gefundenen Typen unterscheiden. Die Monazitkrystalle sind ausschliesslich prismatisch verlängert, nur mit den Pinakoiden $a\{100\}$ und $b\{010\}$ und meistens mit abgebrochenen Enden; zuweilen kommen ausserdem $x\{\bar{1}01\}$ und $w\{101\}$ vor. Der Auslöschungswinkel ist sehr klein, 1^0-4^0 . Sie gleichen daher sehr den Zirkonkrystallen. Die Xenotimkrystalle sind ausschliesslich prismatisch verlängert mit pyramidalen Endigung, in starkem Gegensatze zu dem gewöhnlich vorkommenden oktaëdrischen Typus. Sie sind durchsichtig und spröde. Braune undurchsichtige Krystalle, bis über 10 mm lang, sind ganz gewöhnlich in dem concentrirten Materiale aus der Grube nahe Dattas.

Ref.: A. S. Eakle.

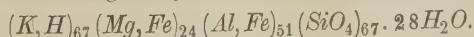
11. F. W. Clarke und N. H. Darton (in Washington, D. C.): Ueber einen Hydroglimmer von New Jersey (Ebenda 365—366).

Der untersuchte Glimmer, in einer Calcitader eines Diabasganges zu Rocky Hill, New Jersey, gefunden, kommt in Form winziger, zusammengedrückter, weicher Blättchen vor. Die Farbe ist goldbronzeeähnlich bis grünlich. Zweiaxig mit kleinem Axenwinkel wie Biotit. Pleochroitisch; schmilzt zu einem dunkelgefärbten Korn; leichtlöslich in Salzsäure.

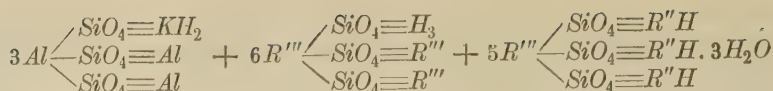
Die Analyse von G. Steiger ergab:

		Berechnet auf 100 % ohne $CaCO_3$	Ver- hältniss:
Si_2O	32,72	40,24	0,674
TiO_2	0,24	—	—
Al_2O	8,44	10,34	0,404
Fe_2O_3	19,99	24,57	0,154
FeO	4,24	5,24	0,072
CaO	10,30	—	—
MgO	5,54	6,78	0,166
K_2O	0,85	2,20	0,024
Na_2O	0,63	—	—
CO_2	8,24	—	—
H_2O bei 100^0 C.	2,47	3,03	0,168
H_2O über 100^0 C.	6,22	7,63	0,424
	99,79	100,00	

Diese Zusammensetzung entspricht einem Orthosilicat von der Formel:



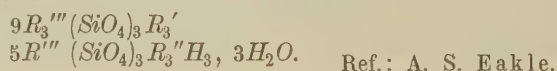
Dieselbe kann reducirt werden auf die Molekularmischungen:



Berechnet auf die atomistischen Verhältnisse $Al : Fe''' = 2 : 3$ und $Fe : Mg = 3 : 7$ ergibt sich:

	Berechnet:	Gefunden (nach oben):
SiO_2	40,55	40,24
Al_2O_3	40,54	40,34
Fe_2O_3	24,74	24,57
FeO	5,24	5,24
MgO	6,75	6,78
K_2O	2,27	2,20
H_2O bei $100^\circ C.$	4,34	Krystallwasser 3,03
H_2O über $100^\circ C.$	5,66	Constitutionsw. 7,63
	100,00	100,00

Der Glimmer besteht daher aus dem Muscovit- und dem Phlogopitmolekül im Verhältnisse 9 : 5, d. h.



12. W. F. Hillebrand, H. W. Turner und F. W. Clarke (in Washington, D. C.): **Ueber Roscoelith** (Amer. Journ. Science 1899 (4), 7, 451—458).

Das Mineral stammt von der Stockslager-Mine, ungefähr 4 km südwestlich von Lotus, am Granit Creek, Eldorado County, Californien. Andere Vorkommnisse dieser Gegend sind nach Turner am Nordostabhange des Thompson Hill, ca. 2,5 km südöstlich der Stockslager-Mine, am Südabhange einer Erhebung ca. 2,7 km nördlich von Lotus, am Ostabhange des Clark Mountain. Das Mineral kommt mit Gold in Quarzgängen, begleitet von Calcit und Eisensulfiden, nahe dem Contact von Granitdiorit mit Schichtgesteinen vor. Die Analyse von Hillebrand ergab:

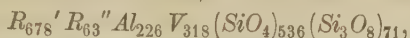
		Verhältniss:
SiO_2	45,17	0,753
TiO_2	0,78	—
V_2O_5	24,04	0,459
Al_2O_3	44,54	0,443
FeO	4,60	0,022
MgO	4,64	0,044
K_2O	10,37	0,410
Na_2O	0,06	—
Li_2O	Spur	—
H_2O unter $105^\circ C.$	0,40	—
H_2O 105° — $280^\circ C.$	0,17	—
H_2O über $280^\circ C.$	4,12	—
F	kein	—
	99,86	

Das Verhältniss entspricht nach Clarke der Formel:

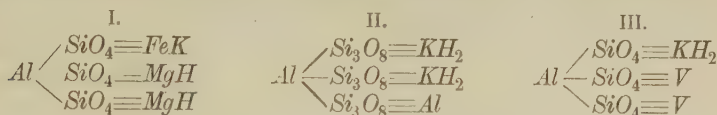


in welcher $H : K$ und $Mg : Fe = 2 : 1$.

Unter der Annahme, dass, wie in vielen Glimmern, die Gruppen SiO_4 und Si_3O_8 sich gegenseitig ersetzen können, reducirt sich diese Formel auf:



und das Mineral kann als eine Molekularmischung der drei Verbindungen



im Verhältnisse 21 : 22 : 159, oder beinahe 1 : 1 : 8 betrachtet werden.

Die Analyse auf 100 0/0, ohne TiO_2 und H_2O unter 280^0 C., berechnet und die theoretische Zusammensetzung geben die Vergleichung:

		Theorie:
SiO_2	45,88	45,52
V_2O_3	24,39	24,64
Al_2O_3	11,73	11,62
MgO	1,66	1,72
FeO	1,63	1,55
K_2O	10,53	10,81
H_2O bei 280^0 C.	4,18	4,14
	100,00	100,00

Die erste der constituirenden Moleküle (I.) entspricht dem normalen Phlogopittypus; die zweite (II.) einem Trisilicat-Alkalibiotit; die dritte (III.) einem Muscovit, dessen Aluminium zu $\frac{2}{3}$ durch Vanadium ersetzt ist, d. h. einem Vanadiummuscovit.

Ref.: A. S. Eakle.

13. D. A. Kreider (in New-Haven, Conn.): Eine Methode zur Entdeckung und Trennung von rechts- und linksdrehenden Krystallen, nebst einigen Bemerkungen über Wachsthum und Eigenschaften der Krystalle von chlórsaurem Natrium (Ebenda 1899 (4), 8, 133—138).

Der Apparat besteht nur aus zwei Nicol'schen Prismen und einer circularpolarisirenden Krystallplatte, z. B. von chlorsaurem Natrium; letztere wird als Feldkrystall unmittelbar über dem Polarisator befestigt. Man dreht dann den Analysator, bis die blaue Farbe eben in Purpur übergeht; bringt man nun kleinere Krystalle zwischen Feldkrystall und Analysator, so wird entweder die blaue Farbe wieder hervorgerufen (Rotation gleich der des Feldkrystalles) oder eine tiefer rothe Farbe hervorgebracht (Rotation entgegengesetzt der des Feldkrystalles). Rechts- und linksdrehende Krystalle werden leicht und rasch getrennt, wenn man sie auf einer langen Glassplatte ausbreitet und diese durch das Feld zieht.

Experimente über das Wachsthum der Krystalle von chlórsaurem Natrium zeigten, dass keine Beziehung zwischen der optischen Activität der ursprünglichen Krystalle und der aus ihrer Lösung krystallisirten existirte, d. h. eine Lösung von rechtsdrehenden Krystallen wird vielleicht ebenso viele oder mehr links- als rechtsdrehende produciren; bildet sich jedoch ein Krystall eine bedeutende Zeit früher, als andere, oder fügt man in einer gesättigten Lösung einen Krystall hinzu, dann bestimmt dieser den Sinn der optischen Activität der später ausgeschiedenen.

Ref.: A. S. Eakle.

14. C. Iwasaki (in Kyoto, Japan): **Ueber die Orthoklaskrystalle von Shinano, Japan** (Amer. Journ. Science 1899 (4), 8, 457—458).

Der Orthoklas kommt, begleitet von Quarz, in einem Quarzdiorit zu Mōrai-yama, Shinano, vor. Die Krystalle sind nach der α -Axe verlängert und haben einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Zoll. Sie sind bräunlichweiss und zeigen die Formen: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{101\}$ und $\{201\}$. Einfache Krystalle sind selten; die meisten sind Zwillinge, Drillinge und Vierlinge nach dem Bavenoer Gesetz.

Ref.: A. S. Eakle.

15. J. A. Taff (in Washington, D. C.): **Ein albertitartiger Asphalt von der Choctaw Nation, Indian Territory** (Ebenda 219—224).

Der Asphalt kommt in Schnüren und gangförmig (bis 25 Fuss mächtig) in den grünlichen Thonschichten des Improv-Thales vor. Er ist pechschwarz, erweicht nicht in kochendem Wasser und brennt in der Kerzenflamme; nur eine Spur im Alkohol löslich, $5,34\%$ löslich in Aether, fast unlöslich in Terpentin. Specifisches Gewicht 1,475.

Die Analyse von W. F. Hillebrand ergab:

Wasser:	Flüchtig u. brennbar:	Fester Kohlenstoff:	Asche:	Schwefel:
0,25	42,33	55,97	1,45	1,47

Eine Analyse von W. C. Day ergab:

<i>C</i>	86,57
<i>H</i>	7,26
<i>N</i>	1,48
<i>S</i>	1,38
<i>O</i>	2,00
Asche	1,31
	<hr/> 100,00

Das Mineral ist chemisch und physikalisch ein Asphalt, unterscheidet sich aber von Albertit nur in Bezug auf seine Löslichkeit in Terpentin.

Ref.: A. S. Eakle.

16. J. H. Pratt (in Chapel Hill, N. C.): **Ueber die Ausscheidung von Thonerde aus geschmolzenen Magmen und die Bildung von Korund** (Ebenda 227—231).

Aus seinen Beobachtungen besonders an Peridotiten, sowie aus den vorhandenen Laboratoriumsversuchen namentlich denen von Morozewicz (diese Zeitschr. 33, 495 f.) zieht der Verf. folgende Schlüsse:

1. Besteht ein Magma aus einem Kalk-Natron-Kaliumsilicat, so wird die Thonerde als Korund nur dann ausgeschieden, wenn das Verhältniss derselben zu den Basen $> 4:1$ und das Verhältniss der Kieselsäure < 6 ist.

2. Sind Magnesia und Eisen in einem solchen Magma enthalten, so wird Korund nur dann ausgeschieden, wenn mehr Thonerde vorhanden ist, als zur Verbindung mit der Magnesia und dem Eisen nöthig ist.

3. Besteht das Magma aus einem Magnesiasilicat ohne Magnesiaüberschuss, so scheidet sich die ganze Thonerde als Korund aus.

4. Ist ein Ueberschuss von Magnesia vorhanden, so wird dieser, zusammen mit etwas Thonerde, zur Bildung von Spinell verwendet, und die übrige Thonerde wird als Korund ausgeschieden.

5. Ist Chromoxyd und nur wenig Thonerde und Magnesia in einem Magma, das wesentlich aus einem Magnesiasilicat besteht, z. B. ein Peridotitmagma, vorhanden, so werden diese Oxyde sich zur Bildung von Chromit vereinigen und weder Korund noch Spinell gebildet werden.

6. Wenn Perioditmagneten ausser Thonerde Na_2O , K_2O und CaO enthalten, so werden diese Oxyde theilweise mit der Kieselsäure sich zu Feldspath vereinigen.

7. Die Thonerde besitzt eine starke Neigung, sich mit den Alkalien, aber wenig Neigung, sich mit der Magnesia zu Bisilicaten zu vereinigen, wenn das Magma hauptsächlich aus einem Magnesiasilicat besteht.

Ref.: A. S. Eakle.

17. F. W. Clarke und G. Steiger (in Washington, D. C.): **Untersuchungen über die Constitution von Pektolith, Pyrophyllit, Calamin und Analeim** (Ebenda 245—257).

Experimente wurden von den Verff. ausgeführt, um zu zeigen, dass ein Säuremetasilicat durch Glühverlust sich von einem Pseudometasilicat unterscheiden lässt.

Pektolith von Bergen Hill, N. J. Die Analyse ergab:

SiO_2	53,34	H_2O bei 105°	0,27
Al_2O_3	0,33	- - 180°	0,16
CaO	33,23	- - 300°	0,22
MnO	0,45	- beim Glühen	2,32
Na_2O	9,11		<hr/> 2,97
H_2O	2,97		
CO_2	0,67		
	<hr/> 100,40		

Nach dieser Zusammensetzung ist die angenommene Formel $HNaCa_2Si_3O_9$ richtig. Beim Glühen sollte ein Metasilicat von der Kieselsäure die dem sauren Wasserstoff entsprechende Menge abspalten, der Pektolith also $\frac{1}{6}$ seines totalen Kieselsäuregehaltes = 8,89%. Drei Portionen nach dem Glühen bis zur vollkommenen Dehydratation 15 Minuten in einer Lösung von kohlensaurem Natron gekocht, ergaben für die ausgezogene Kieselsäure:

8,98
8,67
8,42
Mittel <hr/> 8,68

folglich ist das Mineral ein Metasilicat.

Kohlensaures Natron zersetzt langsam ungeglühten Pektolith, indem sowohl Kieselsäure, als Basen ausgezogen werden. Zwei Portionen ergaben nach 15 Minuten Kochen 2,07% und 2,55% und nach vier Tagen 4,80% Kieselsäure. Wasser brachte gleiche Resultate hervor: nach 15 Minuten Kochen verlor das ungeglühte Mineral 1,65% und das geglühte 1,78% seiner Kieselsäure, wobei das ausgezogene Product ein Alkalisilicat war, wie die folgende Analyse zeigt.

A. Ungeglühter Pektolith, nach 14 Stunden, und B. geglühter Pektolith nach vier Stunden Kochen in destillirtem Wasser.

Ausgezogen:	A.	B.
SiO_2	2,98	3,03
CaO	0,30	0,40
Na_2O	0,81	1,50
	4,09	4,60

In B. ist das ausgezogene Silicat approx. $Na_2Si_2O_5$. Dass wirkliche Zersetzung und nicht Auflösung stattfindet, wird durch die weit von den ursprünglichen abweichenden Verhältnisse bewiesen.

Pyrophyllit. Die dichte Varietät von Deep River, N. C. Die empirische Formel $AlHSi_2O_6$ deutet auf ein saures Metasilicat. Die Analyse ergab:

SiO_2	64,73
TiO_2	0,73
Al_2O_3	29,16
Fe_2O_3	0,49
MgO	Spur
Glühverlust	5,35
	100,46

Als ein Metasilicat sollte das Mineral durch Glühen sich gemäss der Gleichung $2AlHSi_2O_6 = Al_2Si_3O_9 + SiO_2 + H_2O$ zerlegen, d. h. ein Viertel der Kieselsäure, oder 16,18 % sollte ausgezogen werden. Nach 15 Minuten Glühen über dem Gasgebläse wurde durch Kochen mit kohlensaurem Natron nur 2,84 % der Kieselsäure ausgezogen, was dafür spricht, dass das Mineral ein basisches Salz der Säure $H_2Si_2O_5$ von der Formel $Si_2O_5 = Al-OH$ ist. Beim Glühen mit Chlorammonium wird der Pyrophyllit nur wenig angegriffen; in zwei Experimenten verlor er im Gewicht 6,17 % resp. 6,30 %.

Calamin. Der weisse von Franklin Furnace, N. J. Die angenommene Formel repräsentirt ein basisches Metasilicat $SiO_3 = (Zn.OH)_2$.

Die Analyse ergab:

		bei 100°	Wasser:
SiO_2	24,15	-	0,27
Al_2O_3, Fe_2O_3	0,19	- 180	0,22
ZnO	67,55	- 250	0,75
CaO	0,12	- 300	0,88
H_2O	7,95	- anfang. Rothgluth	4,46
	99,96	- voller	1,37
			7,95

Die Resultate bestätigen wahrscheinlich die gewöhnliche Formel. Es gelang nicht, durch Kochen mit Wasser und mit Na_2CO_3 eine bestimmte Fraction des Zinks herauszuziehen. Beim Glühen mit Chlorammonium wird der Calamin kräftig angegriffen und nimmt an Gewicht durch Absorption von Chlor zu, während ein grosser Theil des Rückstandes in Wasser löslich ist.

Die Resultate zweier Versuche ergaben:

	I.	II.
Gewichtszunahme	27,60 %	25,78 %
Im Wasser löslich	53,23	67,13

Beim längeren Glühen mit viel Chlorammonium wurde der Calamin fast vollständig in $2\text{ZnCl}_2 + \text{SiO}_2$ zersetzt, aber ohne bestimmte Fractionirungen des Minerals.

Beim Glühen bis 400° in einem Schwefelwasserstoffstrome nahm das Mineral an Gewicht zu. Zwei Experimente ergaben:

	I.	II.
Gewichtszunahme	6,00 %	6,43 %
SiO_2 , löslich in Na_2CO_3	16,45	20,95
Schwefel im Rückstande	—	24,12

Ungefähr $\frac{8}{9}$ des Calamins wurden gänzlich zersetzt, aber ohne bestimmte Fractionen. Willemit wurde ebenfalls durch Schwefelwasserstoff angegriffen.

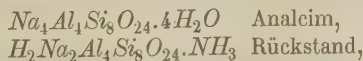
Analcim. Krystalle von Wasson's Bluff, Nova Scotia. Die Analyse ergab:

	Ber. für $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$		Fractionalwasser:	
SiO_2	57,06	54,55	bei 100°	0,58
Al_2O_3	21,48	23,18	- 180	1,16
Fe_2O_3	0,13	—	- 260	3,64
CaO	0,16	—	- 300	1,57
Na_2O	12,20	14,09	- niedrig. Rothgl.	1,90
H_2O bei 100°	0,58	—	- voller	0,44
H_2O über 100°	8,38	8,18	Gebälse	kein
	99,99	100,00		8,96

Vier Bestimmungen durch Glühen bei 350° mit wechselnden Mengen von Chlorammonium und verschiedener Zeitdauer ergaben:

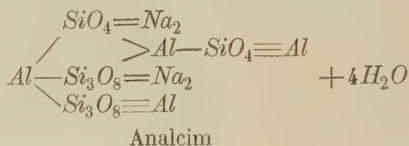
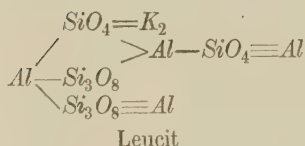
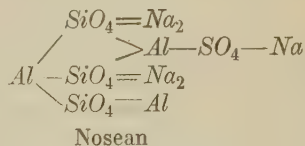
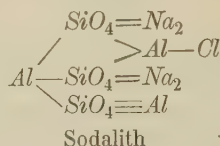
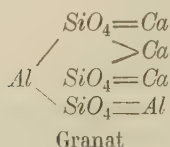
	Mittel:	Ausgelaugter Rückstand auf $100^\circ/\text{ber.}$:	Ber. für $\text{H}_2\text{Na}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot \text{NH}_3$
SiO_2 löslich	1,61	—	—
SiO_2 unlöslich	54,96	62,59	64,46
Al_2O_3	21,37	24,34	26,12
CaO	0,16	0,18	—
NaCl	10,44	—	—
Na_2O	7,12	8,11	7,94
NH_3	2,15	2,46	2,30
H_2O	2,04	2,32	2,18
	99,85	100,00	100,00

Der Rückstand ist vollkommen löslich in Salzsäure und entsprach approx. der Formel $\text{H}_2\text{Na}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot \text{NH}_3$. Diese repräsentirt das Vierfache der Analcim-formel, in welcher $\frac{1}{2}$ des Natrium durch Wasserstoff und $4\text{H}_2\text{O}$ durch NH_3 ersetzt sind. Wenn Analcim und der Rückstand analoge Verbindungen darstellen, so wird das Verhältniss zwischen beiden durch die folgenden Formeln repräsentirt:



d. h. das kleinste Molekulargewicht des Analcim würde durch das Vierfache seiner empirischen Formel repräsentirt werden. Bekanntlich existiren mannigfache Verwandtschaften zwischen Analcim und anderen Mineralien; derselbe kann von Albit oder von Nephelin abstammen oder dagegen sich in Feldspath umwandeln; der ihm am nächsten stehende Leucit hinterlässt Pseudomorphosen

von Orthoklas und Eläolith, während Leucit und Analcim beiderseits in einander umwandelbar sind. Sollte Analcim nicht ein Metasilicat, sondern eine Verbindung von Ortho- und Trisilicat sein, so wird diese Verwandtschaft am besten durch die Formel $Al_4Na_4(SiO_4)_2(Si_3O_8)_2 \cdot 4H_2O$ repräsentirt. In der Structur ist diese mit den Formeln der kubischen Mineralien Granat, Zunyt, Sodalith, Nosean und Leucit vergleichbar, wie folgt:



d. h. Analcim und Leucit werden Glieder der Granat-Sodalithfamilie, und ihre Beziehungen zu Nephelin, Albit, Prehnit, Natrolith u. s. w. treten ganz deutlich hervor.

Ref.: A. S. Eakle.

18. A. H. Phillips (in Princeton, N. J.): **Mineralogische Structur und chemische Zusammensetzung des Diabas von Rocky Hill, New Jersey** (Amer. Journ. Science 1899, 8, 267—285).

Analysen des diallagartigen Augit dieses Gesteines ergaben:

	I.	Verhältniss:	II.	Verhältniss:
SiO_2	47,72	0,795	48,54	0,809
Al_2O_3	3,44	0,044	5,50	0,053
Fe_2O_3	5,93	0,037	2,77	0,017
FeO	18,34	0,254	21,25	0,295
CaO	11,40	0,205	10,97	0,196
MgO	12,89	0,322	7,67	0,191
Na_2O	0,86	0,013	} 3,82	0,039
K_2O	0,37	0,003		
Glühverl.	—	—	0,82	—
	100,95		100,62	



I. 0,046 : 0,779 : 0,054 : 0,795

II. 0,039 : 0,682 : 0,070 : 0,804

Wahrscheinlich ist das Mineral eine isomorphe Mischung von Hedenbergit, $CaFeSi_2O_6$ und Diopsid $CaMgSi_2O_6$ nebst einem kleinen Betrage von $NaFeSi_2O_6$.

Die Analysen der weissen Feldspäthe (I. und II.) und der rothen (III.—V.) dieses Gesteines ergaben:

	I.	Verh.:	II.	Verh.:	III.	Verh.:	IV.	Verh.:	V.	Verh.:
<i>SiO₂</i>	53,84	0,899	62,26	1,037	66,84	1,110	71,68	1,195	66,28	1,104
<i>Al₂O₃</i>	29,30	0,287	21,87	0,216	17,98	0,176	15,02	0,147	16,79	0,164
<i>Fe₂O₃</i>	0,81	0,005	0,54	0,003	2,60	0,016	2,48	0,015	1,60	0,010
<i>CaO</i>	10,08	0,180	6,53	0,116	4,02	0,071	3,86	0,068	0,71	0,012
<i>MgO</i>	0,28	0,007	0,15	0,003	0,48	0,012	0,12	0,003	0,13	0,003
<i>Na₂O</i>	5,31	0,085	7,98	0,128	5,46	0,088	5,52	0,076	9,76	0,157
<i>K₂O</i>	1,16	0,012	1,20	0,012	1,72	0,018	1,37	0,014	5,31	0,056
Glühv.	0,44		0,32		0,72		—		0,49	
	101,22		100,85		99,82		100,05		101,07	
Sp. G. > 2,69			< 2,69		> 2,69		< 2,69		< 2,60	

	<i>R₂O</i> :	<i>RO</i> :	<i>R₂O₃</i> :	<i>SiO₂</i>	
I.	0,097 :	0,187 :	0,292 :	0,899	= <i>Ab₁ : An₁</i>
II.	0,140 :	0,119 :	0,219 :	1,037	= <i>Ab₅ : An₂</i>
III.	0,106 :	0,083 :	0,192 :	1,110	= <i>Ab₉ : An_{3,5}</i>
IV.	0,090 :	0,071 :	0,162 :	1,195	= <i>Ab₅ : An₂</i>
V.	0,213 :	0,015 :	0,174 :	1,104	= <i>Or₆ : Ab₂₂ : An.</i>

Ref.: A. S. Eakle.

19. W. F. Hillebrand (in Washington, D. C.): **Mineralogische Notizen: Melonit (?), Coloradoit, Petzit und Hessit** (Ebenda 295—298).

Melonit (?). Zahlreiche eingestreute Körner von Tellurnickel mit guter Spaltbarkeit, gelblicher oder röthlichweisser Farbe, wie Wismuth, und lebhaftem Glanze wurden in mehreren Handstücken von der alten Stanilaus Mine beobachtet. Diese wohlbekannte Grube liegt am Südabhange des Carson Hill, Calaveras County, Californien, und ist der Fundort der interessanten Tellurminerale: Petzit, Hessit, Calaverit, Melonit und Allait.

Wegen der nicht zu trennenden Verunreinigungen, vermuthlich hauptsächlich Hessit, wurden Analysen a. des unreinen, b. des ursprünglichen und c. des ausgewählten Materials gemacht; aus a. und c. wurde d. berechnet.

	a.	b.	c.	d.	Theorie für <i>NiTe₂</i>
<i>Te</i>	75,29	77,72	80,75	81,40	81,29
<i>Ni</i> {		17,16			
<i>Co</i> }	15,71	0,10	18,31	18,60	18,71
<i>Ag</i>	8,44	5,09	0,86	—	—
	99,44	100,07	99,92	100,00	100,00

Spec. Gew. von b. bei 22,5° C. = 7,72.

Die drei Analysen deuten offenbar auf *NiTe₂* als die Formel dieses Minerals. Die Formel von Genth, nämlich *Ni₂Te₃*, fordert *Te* 76,49 % und *Ni* 23,51 %. Das von ihm untersuchte Mineral war vermuthlich dasselbe, weil beide von derselben Localität herkommen, in den physikalischen Eigenschaften übereinstimmen, und das neuere von den Bergleuten Melonit genannt wird.

Coloradoit (?). Ein kleines Handstück von der Norwegian Mine derselben Gegend zeigte Petzit, Hessit und eine Tellurquecksilberverbindung in Dolomit. Eine chemische Analyse dieses Tellurids war unnöglich wegen der geringen Menge des Materials, aber das Mineral stimmt mit der Beschreibung des Coloradoits von Genth (diese Zeitschr. 1878, 2, 4) überein. Durch Erhitzen mit starker Salpetersäure wird es mit einem weissen unlöslichen Quecksilbersalz bedeckt.

Die Analyse des Petzit von der Norwegian Mine ergab:

		Verhältniss:	
<i>Au</i>	25,16	}	4,98
<i>Ag</i>	44,87		3,04
<i>Te</i>	33,24		1,00
<i>Se</i>	Spur		
<i>Mo</i>	0,08		
			100,32

Approx. spec. Gew. bei 23° C. = 8,925.

Die Verhältnisse entsprechen der Formel Au_2Te , $3Ag_2Te$.

Hessit von einer neuen Localität, San Sebastian, Jalisco, Mexico, ergab:

<i>Ag</i>	61,16
<i>Te</i>	36,14
<i>Pb</i>	4,90
<i>S, Fe, Zn</i>	0,83 (Diff.)
	<hr/> 100,00

Spec. Gew. bei 26° C. = 8,24.

Ref.: A. S. Eakle.

20. C. Palache (in Cambridge, Mass.): **Notiz über Epidot und Granat von Idaho** (Amer. Journ. Science 1899, 8, 299—302).

Die Mineralien stammen aus dem »Seven Devils« Mining-District, einem Fundorte von silberhaltigen Chalkosin und Bornit.

Die Handstücke von der Peacock-Mine zeigten Epidot, Almandin, Quarz, Chrysokoll, Malachit, Brochantit, Hämatit und Chlorit; die von der White Mountain-Mine Calcit, Malachit, Melaconit, Grossular und Epidot; die von der Copper Key-Mine Andraditgranat.

Die Peacock-Mine ist der Fundort des von Melville beschriebenen Powellits (diese Zeitschr. 1894, 22, 347), aber die vom Verf. untersuchten Handstücke enthielten nichts von diesem Mineral.

Epidot herrscht vor in wohlentwickelten Krystallen von dunkelgrüner Farbe und oft bis ein Fuss lang. Die Krystalle sind meistens tafelförmig nach der Basis und immer mit einem Ende der *b*-Achse angewachsen. Die Mehrzahl zeigt die Formen $c\{001\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $a\{100\}$, $n\{\bar{1}\bar{1}1\}$ und gelegentlich $b\{010\}$.

Eine beobachtete Combination war $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{102\}$, $W\{305\}$, $V\{405\}$, $e\{101\}$, $\sigma\{\bar{1}03\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $l\{\bar{2}04\}$, $z\{110\}$, $o\{011\}$, $p\{016\}$, $n\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $y\{\bar{2}11\}$, $\eta\{\bar{2}12\}$.

Ein zweiter Krystall zeigte: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{101\}$, $m\{102\}$, $f\{\bar{3}04\}$, $l\{\bar{2}04\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $s\{203\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $\sigma\{\bar{1}03\}$, $z\{110\}$, $u\{210\}$, $o\{011\}$, $n\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $x\{\bar{1}\bar{1}2\}$, $d\{111\}$, $g\{\bar{2}21\}$.

Zwillinge nach $a\{100\}$ kommen vor.

Mehrere Krystalle haben einen schaligen Bau.

Der Granat der Peacock-Mine war brauner Almandin in wohlentwickelten Krystallen mit den Formen $\bar{d}\{101\}$, $p\{211\}$ und gelegentlich $s\{334\}$. Einen zweiten Typus des Granats dieser Grube bilden raue Dodekaëder, bis ein Zoll Durchmesser, bestehend aus Kernen von dunkelbraunem Granat, umhüllt von 0,5 mm dicken Quarzschalen, welche jedesmal einem einheitlichen Krystalle angehören und ihrerseits wieder durch hellgrünen Epidot umhüllt werden.

Gelegentlich findet sich Hämatit zwischen den Schalen, auch Calcitschalen kommen vor. Die Krystalle gleichen daher Pseudomorphosen.

Der Granat von der White Mountain-Mine ist zimmtbrauner Grossular, nur mit der Form $p\{211\}$. Die Krystalle bilden ebenfalls Schalen mit Calcit, aber hier liegt der Granat aussen.

Der braune Andraditgranat von der Copper Key-Mine besitzt die Formen $d\{110\}$ und $p\{211\}$ oft in gleicher Entwicklung, deren Flächen und Kanten stark geätzt sind. Auf d treten kleine rautenförmige Vertiefungen, deren Kanten parallel den dodekaëdrischen Kanten sind, und auf p feine Streifen auf. Die Krystallkanten sind gerundet.

Chrysokoll und Malachit kommen als Ueberzüge auf Epidot und anderen Krystallen vor. Brochantit ist in durchsichtigen smaragdgrünen Prismen oder in radialfaserigen Aggregaten vorhanden.

Ref.: A. S. Eakle.

21. W. H. Hobbs (in Madison, Wisc.): **Der Diamantdistrict der grossen Seen** (Journ. of Geol. Chicago 1899, 7, 375—388).

Siebzehn Krystalle, von $\frac{1}{2}$ bis über 24 Karat im Gewicht, wurden bereits im Glacialdiluvium in der Nähe der grossen Seen gefunden. Der letzte Fund, von Milford County, Ohio, 1897, war ein reines Oktaëder von 6 Karat.

Ref.: A. S. Eakle.

22. H. N. Stokes (in Washington, D. C.): **Analysen von Biotit und Hornblende** (aus: W. H. Weed, Granite Rocks of Butte, Montana and vicinity, Ebenda 737—750).

Eine Analyse des schwarzen Biotits (I.) und der schwarzen Hornblende (II.) aus dem Granit von Butte, Montana, ergab:

	I.	II.
SiO_2	35,79	45,73
TiO_2	3,51	1,43
Al_2O_3	13,70	6,77
Fe_2O_3	5,22	4,94
FeO	13,72	10,39
MnO	0,19	0,54
MgO	12,13	12,32
BaO	0,13	—
SrO	—	—
CaO	0,05	11,25
Na_2O	0,15	0,77
K_2O	9,09	1,22
Li_2O	Spur	Spur
H_2O unter 110^0	1,21	0,49
H_2O über 110^0	3,64	2,29
P_2O_5	0,10	0,35
F	0,76	0,28
Cl	0,20	—
	99,59	99,77
Minus O für F u. Cl	0,37	0,12
	99,22	98,65

Ref.: A. S. Eakle.

23. N. H. Winchell (in Minneapolis, Minn.): **Thalit und Bowlingit vom Nordufer des Lake Superior** (Amer. Geol. 1899, **23**, 41—44).

Thalit. Dieses Mineral wurde nahe der Mündung des Knife-River, des Gooseberry-River und an anderen Orten am Ufer des Oberen Sees gefunden. Es kommt in schmutzigweissen oder graulichen, körnigen Aggregaten in den Hohlräumen von Basaltgesteinen vor. Die Axe der grössten Elasticität liegt parallel den Fasern; der optische Axenwinkel erscheint klein. Zusammensetzung:

SiO_2	42,39
Al_2O_3	7,37
Fe_2O_3	2,65
MgO	23,29
CaO	5,52
K_2O	0,19
Na_2O	0,36
H_2O bei 100°C .	10,38
H_2O über 400°C .	7,80
	<hr/> 99,84,

Bowlingit (?). Dieses Mineral kommt an der Beaver Bay, dem Terrace Point, Little Marais und an anderen Orten als Umwandlungsproduct des Olivins vor. Es hat grünlichbraune bis gelbliche Farbe und zwei Spaltungsrichtungen. Die optische Axenebene liegt senkrecht zur leichteren Spaltbarkeit, und Axe α ist spitze Biseatrix; der optische Axenwinkel ist klein und die Interferenzfigur fast einaxig. Doppelbrechung wie Augit. Vermuthlich ist das Mineral Bowlingit.

Ref.: A. S. Eakle.

24. Derselbe: Chlorastrolith und Zonochlorit von Isle Royal (Ebenda 116—118).

Der Verf. beschreibt die optischen Eigenschaften des Chlorastrolith. Die Fasern sind parallel der mittleren Elasticitätsaxe verlängert; der Brechungsindex ist höher als der von Thomsonit; max. Auslöschung 20° ; deutlicher Pleochroismus, farblos bis hellgrün; spec. Gew. 3,155; Härte 5,5. Nach dem Verf. sind die Verschiedenheiten der Analysenresultate durch Beimengungen verursacht. Einige sogenannte Chlorastrolithe haben eine dunkelgrüne Farbe, und diese bilden nach dem Verf. einen Uebergang zwischen Chlorastrolith und Mesolith, möglicherweise Zonochlorit.

Ref.: A. S. Eakle.



VII. Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium zu Oxford.

Ueber die Zusammensetzung der natürlichen Arseniate und Phosphate.

Von

E. G. J. Hartley.

Dritter Theil: Plumbogummit und Hitchcockit.

Die vorliegende Abhandlung befasst sich mit den ziemlich unbekannten Blei-Aluminiumphospaten, von denen bis jetzt folgende Varietäten beschrieben wurden:

1) Der ursprüngliche Plumbogummit, ein Mineral, das bei Huelgoat in der Bretagne und bei Nuissière, Dep. Rhône, gefunden wurde.

2) Einige Varietäten von Pyromorphit, die Thonerde und Wasser als Bestandtheile enthalten. Dieselben kommen auch bei Huelgoat vor und sind gewöhnlich in den Lehrbüchern der Mineralogie als Plumbogummit aufgeführt, obgleich Damour in seiner Originalabhandlung hierüber deutlich zwischen dem wirklichen Plumbogummit und dem aluminiumhaltigen Pyromorphit unterscheidet.

3) Das amerikanische Mineral Hitchcockit, das in den Canton-Minen, Georgia, vorkommt.

4) Ein Mineral von Cumberland, welches eine Zeit lang fälschlich für ein Zinksilicat gehalten wurde, von dem aber vor Kurzem gezeigt wurde, dass es ein Blei-Aluminiumphosphat ist¹⁾.

Der Mangel an Uebereinstimmung in den früheren Analysen von Plumbogummit und die Möglichkeit, einige Beziehung zwischen ihm und dem Mineral von Cumberland zu finden, von dem eine quantitative Analyse bis jetzt nicht publicirt wurde, liess es wünschenswerth erscheinen, die Analyse des ersteren zu wiederholen und zum ersten Male eine vollständige Analyse des letzteren Minerals auszuführen.

1) Min. Mag. 1896, 11, 272. Ref. diese Zeitschr. 1899, 21, 192.



Schliesslich wurde eine weitere Untersuchung des amerikanischen Minerals unternommen, um diese Phosphate nochmals vollständig zu prüfen.

Die vorliegende Abhandlung theilt sich in vier Theile.

- a) Ein historischer Ueberblick über frühere Arbeiten.
- b) Eine kurze Erwähnung der angewandten analytischen Methoden.
- c) Die Resultate der vorliegenden Untersuchung.
- d) Theoretische Betrachtungen über die Constitution der einzelnen Mineralien.

a. Geschichtlicher Ueberblick.

Plumbogummit wurde 1779 von Romé de Lisle¹⁾ beschrieben. Die erste publicirte Analyse ist von Berzelius²⁾ und wurde mit einem Stücke von Huelgoat ausgeführt. Die Resultate waren folgende:

<i>PbO</i>	40,14
<i>Al₂O₃</i>	37,00
<i>H₂O</i>	18,80
<i>SO₃</i>	0,20
<i>CaO, MnO, Fe₂O₃</i>	1,80
<i>SiO₂</i>	0,60
	<hr/> 98,54

In dieser Analyse wurde die Phosphorsäure gänzlich übersehen und ohne Zweifel, wie Damour feststellt, mit dem Aluminiumoxyd zusammen gewogen.

1835 publicirte Dufrénoy³⁾ eine Analyse des Plumbogummit von Nuisière. Er betrachtete die Phosphorsäure als Verunreinigung und scheint nicht genügend Sorgfalt darauf verwendet zu haben, sie vom Aluminiumoxyd zu trennen. Seine Resultate waren:

<i>SiO₂</i>	2,11
<i>Al₂O₃</i>	34,23
<i>PbO</i>	43,42
<i>P₂O₅</i>	1,89
<i>H₂O</i>	16,14
Verlust	2,21
	<hr/> 100,00

1840 veröffentlichte Damour⁴⁾ eine weitere Analyse des Plumbogummit von Huelgoat und auch von zwei Pyromorphiten von demselben Fundorte, die Aluminiumhydroxyd enthielten.

1) Cristallographie 1783, **3**, 399.

2) Ann. des Mines 1820 (4), **5**, 245.

3) Ebenda 1835 (3), **8**, 243.

4) Ebenda 1840 (3) **17**, 191.

Diese Analysen lieferten folgende Resultate:

	Plumbogummit:	Aluminiumhaltiger Pyromorphit:	
		1.	2.
$PbCl_2$	2,27	8,24	9,18
P_2O_5	8,06	12,05	15,18
PbO	35,10	62,15	70,85
CaO	0,80	—	—
Al_2O_3	34,32	11,05	2,88
H_2O	18,70	6,18	1,24
Fe_2O_3	0,20	—	—
SO_3	0,30	0,25	0,40
	<hr/> 99,75	<hr/> 99,92	<hr/> 99,73

Aus diesen Resultaten folgert Damour, dass Plumbogummit nichts weiter ist als ein Pyromorphit, der viel Aluminiumhydroxyd enthält.

Er kritisirt die Abhandlung von Dufrénoy, indem er sich dahin ausspricht, dass Derselbe aller Wahrscheinlichkeit nach den grösseren Theil der Phosphorsäure übersehen habe.

Es scheint allerdings möglich, dass Damour's Methode, Aluminiumoxyd von der Phosphorsäure zu trennen, nicht genügend war. Er schmolz das Mineral mit Natriumcarbonat und -nitrat, löste das Ganze in Wasser und fällte das etwa in Lösung gegangene Blei mit Ammoniumsulfid. Dann erhitze er die Flüssigkeit bis zum Kochen und fügte nach und nach einen Ueberschuss an reiner Kieselsäure hinzu, wodurch nach seiner Behauptung das Aluminiumoxyd gefällt wird, während die Phosphorsäure in Lösung bleibt. Die Trennung dieser Substanzen mit Ammoniummolybdat ist wahrscheinlich weit genauer.

Seitdem wurde keine Analyse des Plumbogummit von Huelgoat oder Nuissière veröffentlicht.

Hitchcockit wurde bis jetzt nur als an einer Localität, in den Canton-Minen, Georgia, vorkommend beschrieben.

Er wurde zuerst von Shepard 1856 erwähnt¹⁾. Er giebt keine Analyse davon an, erwähnt aber, dass das Mineral beim Glühen 27% verliert. 1857 veröffentlichte Genth²⁾ folgende Analyse des Hitchcockit:

1) Rep. Canton Min., Ga., 1856.

2) Am. Journ. Sci. 1857, 23, 424.

<i>PbO</i>	29,04
<i>Al₂O₃</i>	25,54
<i>P₂O₅</i>	18,74
<i>H₂O</i>	20,86
<i>Fe₂O₃</i>	0,90
<i>CaO</i>	1,44
<i>CO₂</i>	1,98
<i>Cl</i>	0,04
Unlös. Rückstand	0,48
	<hr/> 99,02

Die Zahlen stimmen gut für die Formel $PbO \cdot 2Al_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 9H_2O$, für welche die procentische Zusammensetzung ist:

<i>P₂O₅</i>	19,4
<i>Al₂O₃</i>	27,9
<i>PbO</i>	30,5
<i>H₂O</i>	22,2
	<hr/> 100,0

b. Die bei der Analyse angewandten Methoden.

Die Bestandtheile, die in diesen Mineralien zu bestimmen waren, sind Bleioxyd, Thonerde, Phosphorsäure, Kohlensäure und Wasser. Dazu kam noch beim Plumbogummit und bei einem ihn begleitenden aluminiumhaltigen Pyromorphit Chlor und eine geringe Menge Schwefelsäure.

Wasser und Kohlensäure wurden dadurch bestimmt, dass man einen Theil des Minerals in einem schwer schmelzbaren Glasrohre im trockenen, CO_2 -freien Luftstrome bis zur Rothgluth erhitzte und die erhaltenen Producte in einem mit Chlorcalcium bezw. mit Kalilauge gefüllten Rohre wog. Das Blei wurde entweder durch Füllen als Sulfid aus verdünnter salzsaurer Lösung bestimmt, in welchem Falle dasselbe nochmals gelöst, als Carbonat gefällt und als Oxyd gewogen wurde, oder es wurde in einigen Fällen als Sulfat getrennt und gewogen. Das Aluminium wurde im Filtrate mit Ammoniak gefällt, nachdem zuvor die Phosphorsäure durch metallisches Zinn in stark salpetersaurer Lösung (Methode von Girard) entfernt worden war. Das Zinnphosphat wurde in Ammoniumsulfid gelöst und die Phosphorsäure mit Magnesiamischung gefällt. Diese Methode war jedoch nicht genügend; es erwies sich als besser, Aluminium und Phosphorsäure zusammen mit Ammoniak zu fällen und zu wiegen und dann das Gewicht der Phosphorsäure, wie es sich aus der Ammoniummolybdatmethode ergab, zu subtrahiren. Bei dem aluminiumhaltigen Pyromorphit, bei dem die Phosphorsäure in grossem Ueberschusse über die Thonerde vorhanden ist, wurde der

Niederschlag, der mit Ammoniak in dem Filtrate des Bleisulfids erhalten wurde, als $AlPO_4$ gewogen und berechnet, während der Rest der Phosphorsäure im Filtrate mit Magnesiamischung gefällt wurde.

Hinsichtlich der Chlorbestimmung erwies es sich als das beste, das Mineral in verdünnter Salpetersäure unter Druck im geschlossenen Rohre zu lösen, da es sich sonst nur beim anhaltenden Kochen mit concentrirter Salpetersäure löste, wobei ein beträchtlicher Verlust an Chlor eintreten konnte.

c. Resultate der vorliegenden Untersuchung.

1. Das Mineral von Cumberland.

Dieses Mineral kommt anscheinend nur in den alten Roughten Gill-Bleiminen vor, welche vor dreissig Jahren in der Nähe von Caldbeck, Cumberland, abgebaut wurden.

Die Farbe des Minerals variirt von einem sehr matten Lavendelblau bis zu einem schönen Smalteblau. Es erscheint manchmal als dünne Kruste auf Quarzadern, ist bisweilen innig vermisch mit kleinen Quarzkrystallen und macht die Hauptmasse in der Adernfüllung aus. Die Farbe rührt wahrscheinlich von einem geringen Gehalte an Kupfer her, obgleich derselbe zu gering ist, um mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden zu können. Es bereitet grosse Schwierigkeit, das Mineral mechanisch von dem Quarz zu trennen; da es jedoch in concentrirter Salzsäure leicht löslich ist, so war eine Trennung auf chemischem Wege leicht zu erreichen.

Die bei der Analyse verwandten Stücke enthielten 10% Quarz, aber sonst, soweit man sehen konnte, keine Verunreinigungen, da sie ganz durchsichtig und frei von Einschlüssen waren. Der Quarz ist unter dem Mikroskope zu erkennen.

Das specifische Gewicht wurde nicht ermittelt, da es zu schwierig war, genügendes Material in vollkommener Reinheit zu erhalten.

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

0,2022 g	gaben	0,0263 H_2O	=	13,04 % H_2O
0,2022 g	-	0,0064 CO_2	=	3,16 - CO_2
0,3188 g	-	0,0388 H_2O	=	12,44 - H_2O
0,3188 g	-	0,0096 CO_2	=	3,08 - CO_2
0,3188 g	-	0,1564 $PbSO_4$	=	36,84 - PbO
0,3044 g	-	0,1132 PbO	=	37,23 - PbO
0,3044 g	-	0,0874 Al_2O_3	=	28,74 - Al_2O_3
0,3044 g	-	0,0892 $Mg_2P_2O_7$	=	18,76 - P_2O_5
0,2396 g	-	0,0694 $Mg_2P_2O_7$	=	18,52 - P_2O_5

	I.	II.	III.	IV.	Mittel:
H_2O	43,04	42,44	—	—	42,73
CO_2	3,46	3,08	—	—	3,42
PbO	—	36,84	37,23	—	37,03
Al_2O_3	—	—	28,74	—	28,74
P_2O_5	—	—	48,76	48,52	48,64
					<hr/> 100,26

Spuren von Kupfer und Arsensäure sind ebenfalls vorhanden. Das Mineral verlor in trockener Luft und bei 100° C. kein Wasser.

2. Hitchcockit von der Canton-Mine, Georgia.

Die bei der Analyse verwandten Stücke stammten von einer sehr dünnen weisslichen Kruste, die einen Ueberzug über ein körniges Gemenge von Bleiglanz und Quarz mit etwas Pyrit und Kupferkies bildete. Es war nicht möglich, dieses Mineral in derselben Reinheit wie das vorhergehende zu erhalten; die brauchbaren Mengen waren sehr gering. Das krystallisirte Material wurde so gut wie möglich unter dem Mikroskope ausgesucht; es enthielt jedoch einige kleine schwarze Einschlüsse, die nicht vollständig zu entfernen waren. Die Analysen ergaben folgende Resultate:

0,2375 g	gaben	0,0816 PbO	=	34,36 % PbO
0,2375 g	-	0,0700 Al_2O_3	=	29,48 - Al_2O_3
0,3030 g	-	0,0084 CO_2	=	2,77 - CO_2
0,3030 g	-	0,0446 H_2O	=	14,71 - H_2O
0,3030 g	-	0,0025 unl. Rückst.	=	0,82 - Rückstand
0,3030 g	-	0,0833 $Mg_2P_2O_7$	=	17,58 - P_2O_5
				<hr/> 99,72

3. Plumbogummit von Huelgoat.

Die untersuchten Plumbogummitstücke bestanden aus zwei Sorten von Material. Das eine Mineral war eine dunkelbraune, gummiartige, durchscheinende Substanz und zeigte unter dem Mikroskope krystallinische Structur. Das andere Mineral war viel heller gefärbt; es trat meistens als ein krystallinischer Ueberzug auf; einige kleine Krystalle, die sich in einer Höhlung fanden, wurden von Prof. Miers untersucht und erwiesen sich als hexagonal, mit Winkeln ähnlich denen des Pyromorphit. Leider reichten dieselben nicht aus zu einer qualitativen Analyse. Von den beiden Mineralien stimmt das erste im Aussehen vollständig mit der veröffentlichten Beschreibung des ursprünglichen Plumbogummit. Im Verlaufe der Analyse wurde etwas organische Substanz gefunden, indem sich das Mineral beim Erhitzen schwarz färbte und nach verkohltem Papiere roch. Leider wurde dies erst entdeckt, als die letzte Portion zur Bestimmung der Kohlensäure und des Wassers nach der oben angegebenen Methode verwendet wurde, so dass

es unmöglich war, genau zwischen dem Procentgehalte an Kohlensäure und Wasser, wie sie als solche im Minerale enthalten sind, und zwischen dem Procentgehalte, der von der Verbrennung des organischen Kohlen- und Wasserstoffes herrührt, zu unterscheiden. Soweit man jedoch aus der Differenz zwischen dem Gewichtsverluste, den das Mineral beim Erhitzen erlitt, und der Gewichtszunahme des Absorptionsgefäßes urtheilen konnte, betrug der Gehalt an organischer Substanz ungefähr ein Procent.

Die Analysenresultate sind folgende:

a) Dunkles Mineral:

I.			
0,3540 g gaben	0,0042 $AgCl$	=	0,29 % Cl
0,3644 g -	0,0528 H_2O	=	14,50 - H_2O
0,3644 g -	0,0167 CO_2	=	4,59 - CO_2
0,3644 g -	0,1046 $Mg_2P_2O_7$	=	18,37 - P_2O_5
0,3980 g -	0,1721 PbO	=	43,24 - PbO
0,3980 g -	0,0758 Al_2O_3	=	19,04 - Al_2O_3
0,3797 g Verl. bei 100° C.	0,0195 H_2O	=	[5,13] - H_2O
			100,03

II.			
0,4415 g gaben	0,0123 $BaSO_4$	=	0,96 % SO_3
0,4415 g -	0,0028 $AgCl$	=	0,16 - Cl
0,4415 g -	0,1321 $Mg_2P_2O_7$	=	19,14 - P_2O_5
0,4332 g Verl. bei 100° C.	0,0208 H_2O	=	4,80 - H_2O
0,4332 g Glühverlust	0,0461 H_2O	=	10,64 - H_2O
0,4332 g -	0,0202 CO_2	=	4,66 - CO_2
0,4332 g -	0,2290 $PbSO_4$	=	38,91 - PbO
0,4332 g gaben	0,0909 Al_2O_3	=	20,98 - Al_2O_3
			100,25

Die Procente in beiden Analysen müssen ohne Zweifel einen höheren Gesamtbetrag ausmachen, da ein Theil der Kohlensäure und des Wassers von dem Kohlen- und Wasserstoff von niedrigerer Oxydationsstufe herrührt.

Die Deutung dieser Analysen wird unten zu erörtern sein.

b) Das hellgefärbte Mineral:

0,5621 g gaben	0,0025 CO_2	=	0,44 % CO_2	
0,5621 g -	0,0110 H_2O	=	1,96 - H_2O	
0,3436 g -	0,0322 $AgCl$	=	2,32 - Cl	
0,3436 g -	0,2609 PbO	=	75,93 - PbO	
0,3436 g -	0,0228 $AlPO_4$	=	2,76 - Al_2O_3	
			3,86 - P_2O_5	17,02
0,3436 g -	0,0707 $Mg_2P_2O_7$	=	13,16 - P_2O_5	
0,4144 g -	0,0278 $AlPO_4$	=	2,80 - Al_2O_3	
			3,90 - P_2O_5	16,60
0,4144 g -	0,0823 $Mg_2P_2O_7$	=	12,70 - P_2O_5	

Berechnet man das Chlor als Chlorblei und nimmt man das Mittel der für Thonerde und Phosphorsäure gefundenen Werthe, so ergeben sich folgende Zahlen:

CO_2	0,44
H_2O	1,96
$PbCl_2$	9,11
PbO	68,62
Al_2O_3	2,78
P_2O_5	16,81
	<hr/> 99,72

d. Theoretische Erörterungen über die Constitution der oben analysirten Mineralien.

Die Analysen des Minerals von Cumberland und des amerikanischen Hitchcockit stimmen hinreichend überein, um es mehr als wahrscheinlich erscheinen zu lassen, dass diese Mineralien identisch sind und dass ihre Zusammensetzung durch eine einfache Formel, entweder durch

$2PbCO_3 \cdot Pb_3(PO_4)_2 + 6[AlPO_4 \cdot 2Al(OH)_3 \cdot H_2O]$ oder durch
 $5PbO \cdot 9Al_2O_3 \cdot 4P_2O_5 \cdot 2CO_2 \cdot 24H_2O$ wiedergegeben werden kann.

Vergleicht man diese Formel mit den erhaltenen Werthen, so erhält man folgende Tabelle:

	Berechnet:	Mineral von Cumberland:	Hitchcockit:
PbO	35,73	37,03	34,36
Al_2O_3	29,41	28,74	29,47
P_2O_5	18,20	18,64	17,58
CO_2	2,82	3,12	2,77
H_2O	13,84	12,73	14,71
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,26	<hr/> 98,89

Die obige Analyse des Hitchcockit unterscheidet sich bedeutend von der von Genth. Genth fand nur 29 % Bleioxyd, während das vorliegende Stück 34 % enthielt. Dagegen beträgt der Wassergehalt in Genth's Mineral nahezu 21 %, gegenüber den oben gefundenen 14,7 %.

Diese Differenz mag für Blei von der Vertretung des Bleioxyds durch Kalk herrühren. Der Kalkgehalt in seiner Analyse betrug 1,44 %, was in die äquivalente Menge Bleioxyd umgerechnet 5,73 % PbO ausmacht. Addirt man diese Zahl zu 29,04 % PbO , so erhält man im Ganzen 34,77 %, was dem berechneten Werthe nahe kommt.

Was den Wassergehalt betrifft, so kann Genth denselben unmöglich als Glühverlust bestimmt haben, ohne den gleichzeitigen Verlust an Kohlensäure in Rechnung gezogen zu haben. Leider sind in seiner Publication genaue Details über die Analyse nicht angegeben.

Die grosse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung des Minerals von

Cumberland und des amerikanischen Minerals spricht indess in hohem Grade zu Gunsten der Genauigkeit der vorliegenden Analyse des letzteren.

Zum Zwecke der Erörterung der Constitution des Plumbogummit wird es gut sein, die jetzige Analyse mit den früher veröffentlichten zu vergleichen.

Fürs erste ist zu bemerken, dass alle früheren Analytiker die Kohlensäure gänzlich übersehen haben. Da der Wassergehalt in den meisten Fällen durch Glühverlust bestimmt wurde, so ist ohne Zweifel die Kohlensäure in der für das Wasser angeführten Zahl mit eingeschlossen. Dufrénoy jedoch bestimmte den Wassergehalt mit Hilfe eines Chlorcalciumrohres und beobachtete, dass der Gewichtsverlust grösser war als die Gewichtszunahme des Absorptionsrohres, und er findet in der That für diese Differenz bei seiner Analyse 2,21 %.

Ferner tritt der Mangel einer Uebereinstimmung in den für die Thonerde und die Phosphorsäure gefundenen Werthen deutlich hervor. Er rührt sicherlich von ungenügenden Methoden bei der Trennung dieser Bestandtheile her.

Berzelius nahm die Anwesenheit von Phosphorsäure gar nicht wahr. Dufrénoy fand nur einen geringen Betrag, während Damour, der zuerst die Beobachtung machte, dass dieselbe ein wesentlicher Bestandtheil des Plumbogummit sei, bei der Trennung eine Methode gebrauchte, die, wie oben erwähnt, wahrscheinlich nicht genau genug war.

Vergleicht man indess die procentischen Werthe für 1) Bleioxyd, 2) Thonerde und Phosphorsäure und 3) Wasser und Kohlensäure, so findet man, dass die Differenzen nicht gross sind. Solche Differenzen, wie sie beim Bleioxyd auftreten, rühren ohne Zweifel, wie in den beiden neuen Analysen, davon her, dass Pyromorphit in verschiedenen Verhältnissen in diesem Minerale vorhanden ist.

	Berzelius:	Dufrénoy:	Damour:	Hartley:	
				I.	II.
PbO	40,44	43,42	36,92	43,24	38,94
$Al_2O_3 + P_2O_5$	37,00	36,12	42,32	37,44	40,02
$H_2O + CO_2$	18,80	18,35	18,70	19,09	20,40

Hinsichtlich der Frage nach der Constitution des Plumbogummit scheint es möglich, dass diese Substanz ein Gemisch von Pyromorphit und Hitchcockit ist mit etwas Wasser, das weniger fest gebunden ist als im letzteren Minerale, und einem geringen Gehalte an organischer Substanz und Bleisulfat.

Zur Begründung dieser Ansicht wurde eine Berechnung ausgeführt, in welcher das Verhältniss des Pyromorphit, entsprechend dem Chlorgehalte, der Wasserverlust bei 400° C. und das Bleisulfat, entsprechend der gefundenen Menge SO_3 , von dem Gesamtprocentgehalte abgezogen und der Rest auf 100 Theile umgerechnet wurde.

Dies ergab folgende Zahlen:

	Analyse I.	Analyse II.	Berechnet für Hitchcockit:
H_2O	44,55 ¹⁾	42,42 ¹⁾	43,84
CO_2	5,66 ¹⁾	5,44 ¹⁾	2,82
PbO	38,80	36,43	35,73
Al_2O_3	23,48	24,49	29,44
P_2O_5	20,54	21,22	48,24

Die Uebereinstimmung ist sicher nicht gut, indem das Verhältniss der Phosphorsäure zur Thonerde sehr verschieden ist.

Zu Gunsten dieser Ansicht ist jedoch im Auge zu behalten, dass das Mineral nicht gut krystallisirt war, so dass es nicht überraschend ist, wenn man für den einen oder anderen Bestandtheil nicht das richtige Verhältniss fand.

Für alle Fälle erscheint die obige Ansicht einleuchtender als die Annahme von Damour, wonach das Mineral ein Gemenge von Aluminiumhydrat mit Pyromorphit darstellt.

Dieselbe Annahme kann man auch für das hellgefärbte Mineral machen. Dasselbe ist offenbar der Hauptsache nach Pyromorphit, wie ein Vergleich seiner Zusammensetzung mit der des Pyromorphit ergibt.

	Hellgefärbter Plumbogummit:	Pyromorphit:
$PbCl_2$	9,44	10,26
PbO	68,62	74,03
P_2O_5	16,84	45,74
Al_2O_3	2,78	
CO_2	0,44	
H_2O	4,96	

Zieht man den Betrag an Pyromorphit, der sich für den Chlorgehalt berechnet, von der obigen Analyse ab, so bleiben folgende Bestandtheile:

H_2O	4,96
CO_2	0,44
PbO	3,08
Al_2O_3	2,78
P_2O_5	2,94

Hier fallen natürlich alle Fehler in der Analyse auf diesen kleinen Rest, so dass eine sehr grosse Uebereinstimmung nicht zu erwarten ist. Aber die Zahlen zeigen zur Genüge, dass für alle Fälle mehr Bleioxyd und Phos-

1) Rührt zum Theil von organischer Substanz her.

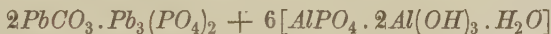
phorsäure vorhanden ist, als für eine einfache Mischung von Pyromorphit und Aluminiumhydrat erforderlich ist.

Behandelt man die beiden Analysen des sogenannten aluminiumhaltigen Pyromorphit von Damour in derselben Weise, so bleibt in beiden Fällen etwas Bleioxyd mehr übrig, als für Pyromorphit und Bleisulfat erforderlich ist. Aber bei der ersten Analyse ist dies nur ein sehr geringer Betrag und es ist kein Ueberschuss an Phosphorsäure, thatsächlich sogar weniger als dem Pyromorphit, wie er sich aus dem Chlorgehalte berechnet, entspricht, vorhanden. Bei der zweiten Analyse stimmt der Rest, vielleicht zufällig, sehr gut mit den Verhältnisszahlen des Hitchcockit.

Die so erhaltenen Werthe sind:

	I.	II.
PbO	2,13	3,51
Al_2O_3	11,05	2,88
H_2O	6,1	1,24
P_2O_5	—	1,12

Zieht man die Thatsache in Betracht, dass diese Mineralien keineswegs gut krystallisirte Substanzen sind, so erscheint die Annahme gerechtfertigt, dass dieselben etwas unreine Gemenge von Pyromorphit und Hitchcockit sind, und man kann dem letzteren Minerale die oben angegebene Formel



beilegen.

Vierter Theil: Beudantit.

Die Constitution des Beudantit, der zur kleinen Gruppe der aus einem Sulfat und einem Phosphat oder Arseniat bestehenden Doppelsalze gehört, wurde bis jetzt nicht genügend ermittelt. Wie später zu sehen ist, weisen die von den einzelnen Forschern erhaltenen Analysenresultate solche Differenzen auf, dass es unmöglich ist, aus ihnen eine einfache Formel abzuleiten.

Da diese Differenzen der Hauptsache nach wohl von der grossen Schwierigkeit herrührten das Mineral rein zu erhalten, so schien es wünschenswerth, eine neue Analyse mit sehr sorgfältig gereinigtem Materiale auszuführen, um hinreichende Sicherheit betreffs seiner wahren Zusammensetzung zu erhalten.

Zuerst soll ein kurzer historischer Ueberblick über die früheren Arbeiten über diesen Gegenstand gegeben werden. Dann folgt eine Erörterung der bei der neuen Untersuchung angewandten analytischen Methoden. Drittens ist eine Beschreibung der analysirten Stücke und die erhaltenen Resultate angegeben mit einigen Erörterungen über die wirkliche Zusammensetzung dieses Minerals.

a. Historischer Ueberblick.

1826 beschrieb Lévy¹⁾ zum ersten Male Beudantit als ein bei Horhausen vorkommendes Mineral. Hinsichtlich seines chemischen Verhaltens erwähnt er nur, dass er nach Wollaston Bleioxyd und Eisenoxyd enthielt. Damour²⁾ betrachtete ihn als wasserhaltiges Eisenarseniat (Pharmakosiderit) mit etwas Bleioxyd als Verunreinigung.

Percy³⁾ veröffentlichte zwei Analysen von einem Theil der Originalhandstücke von Lévy aus Horhausen. Er bemerkt, dass bei der ersten Analyse das Material entschieden unrein war, während das Material für die zweite Analyse so gut wie möglich mit Hülfe eines Mikroskops gereinigt wurde, trotzdem aber noch nicht ganz frei von Einschlüssen war.

Seine Resultate waren:

	I.	II.
PbO	24,47	29,52
Fe_2O_3	42,46	37,65
SO_3	12,31	12,35
As_2O_5	9,68	13,60
P_2O_5	1,46	nicht bestimmt
H_2O	8,49	8,49
	<hr/> 98,87	<hr/> 101,61

Percy leitet aus diesen Werthen keine Formel für den Beudantit ab.

Sandberger⁴⁾ beschrieb eine neue Varietät des Beudantit von Dernbach, die Phosphorsäure an Stelle der Arsensäure enthielt. Er führt Analysen an von Müller sowohl für die neue Varietät, wie für das Mineral von Horhausen. Müller erhielt folgende Resultate:

	Dernbach:	Hor- hausen:	Berechnet für $PbSO_4 \cdot Pb_3(PO_4)_2 \cdot 3FePO_4 \cdot 24H_2O$
PbO	26,92	23,43	26,09
Fe_2O_3	44,11	47,28	42,10
SO_3	4,61	1,70	2,34
As_2O_5	Spur	12,51	—
P_2O_5	13,22	2,79	16,83
H_2O	11,44	[12,29]	12,62
	<hr/> 100,30	<hr/> 100,00	<hr/> 99,98

In demselben Jahre veröffentlichte Rammelsberg⁵⁾ eine Analyse von

1) Ann. de Phil. 1826, 2, 495.

2) Ann. Chim. Phys. 1844 (3), 10, 73.

3) Phil. Mag. 1850, 37, 461.

4) Pogg. Ann. 1857, 100, 644.

5) Ebenda 581.

einem Beudantitstücke, das im Jahre vorher bei »Glendone«, Co. Cork, von Krantz gefunden worden war. Er erwähnt, dass es schwer löslich war in concentrirter Salzsäure, worin es sich von den Varietäten von Horhausen und Dernbach unterschied. Dieselben werden nach Percy und Sandberger von diesem Lösungsmittel leicht angegriffen.

Er fand folgende Werthe:

Berechnet für		
$4Fe_2O_3 \cdot 2PbO \cdot 3SO_3 \cdot P_2O_5 \cdot 9H_2O$		
<i>PbO</i>	24,05	27,37
<i>Fe₂O₃</i>	40,69	39,26
<i>CuO</i>	2,45	—
<i>P₂O₅</i>	8,97	8,71
<i>As₂O₅</i>	0,24	—
<i>SO₃</i>	13,76	14,72
<i>H₂O</i>	9,77	9,94
	<hr/> 99,93	<hr/> 100,00

b. Die bei der Analyse angewandten Methoden.

Die zu bestimmenden Bestandtheile waren Blei-, Kupfer- und Eisen-oxyd, Phosphorsäure und Schwefelsäure, eine Spur von Arsensäure und Krystallwasser. Zur Bestimmung der Metalle wurde das Mineral in concentrirter Salzsäure gelöst und nach Zusatz von etwas Schwefelsäure eingedampft, bis die gesammte Salzsäure vertrieben war. Das Blei wurde dann als Sulfat gewogen. Im Filtrat wurden Kupfer und Arsen als Sulfide gefällt. Arsen wurde vom Kupfer mit Natriumsulfid getrennt, das Kupfer geglüht und als Oxyd gewogen. Arsen wurde ein zweites Mal als Sulfid gefällt und mit rauchender Salpetersäure zu Arsensäure oxydirt. Die Lösung wurde auf ein kleines Volumen eingedampft und mit Magnesiamischung gefällt. Der Niederschlag war jedoch zu gering, um gewogen werden zu können. Das Filtrat vom Kupfer- und Arsenniederschlage wurde gekocht, bis aller Schwefelwasserstoff vertrieben war. Das Eisen wurde mit Salpetersäure oxydirt, die Lösung mit Ammoniumcarbonat neutralisirt und das Eisen dann mit der Phosphorsäure durch Ammoniumacetat gefällt und beide zusammen gewogen. Die Phosphorsäure wurde in einer eigenen Portion bestimmt, die auch zur Schwefelsäurebestimmung diente. Dieser Theil wurde in Salzsäure gelöst; die Chloride wurden durch wiederholtes Verdampfen mit Salpetersäure in die Nitate verwandelt. Zur Lösung wurden einige Tropfen Bleinitrat gegeben; dann wurde die Lösung bis fast zur Trockne verdampft, der Rückstand in Wasser und etwas Alkohol aufgenommen und der Niederschlag von Bleisulfat gesammelt und gewogen. Das Filtrat wurde zur Entfernung des Alkohols zur Trockne verdampft, der Rückstand in ver-

dünnter Salpetersäure aufgenommen und die Phosphorsäure nach der Molybdatmethode getrennt und als Magnesiumpyrophosphat gewogen.

Hinsichtlich des Wassers ergab eine vorausgehende Prüfung, dass weder im trockenen Luftstrome noch bei 100° ein Gewichtsverlust eintrat.

Der gesammte Wassergehalt wurde daher dadurch bestimmt, dass man einen Theil in ein Porzellanschiffchen einwog, das Ganze in einem harten Glasrohre, das mit einem gewogenen Chlorcalciumrohre in Verbindung stand, erhitze und das Wasser im trockenen Luftstrome durch den Apparat trieb. Um zu verhindern, dass etwas Arsensäure oder Schwefeltrioxyd in das Absorptionsrohr gelange, wurde eine Schicht eines Gemenges von Bleiglätte und Bleidioxyd zwischen das letztere und das Schiffchen gebracht und erhitzt.

c. Beschreibung der Stücke und die Analysenresultate.

Das analysirte Mineral stammte aus der Oxfordter Universitätssammlung und war durch Tausch aus dem Britischen Museum erhalten. Es wurde vom Britischen Museum durch Kauf von Dr. Krantz erworben, als 1858 in den Glendore-Eisenminen, Co. Cork, gefunden. Aber die Krystalle und die Matrix waren genau den Stücken von Dernbach ähnlich und stimmten nicht vollständig mit den Stücken aus Cork im Britischen Museum überein.

Der für die Analyse bestimmte Theil wurde unter dem Mikroskope sorgfältig gereinigt. Er war vollständig frei von Einschlüssen; nur ein kleiner Gehalt an Quarz entging der Beobachtung. Dieser wurde jedoch im Verlaufe der Analyse getrennt.

Der Beudantit kommt in dunkelgrünen Krystallen vor, die das Aussehen eines fast schwarzen Würfels mit etwas gekrümmten Flächen bieten. Sie haben grünlichgelben Strich und erscheinen im durchgehenden Lichte in dünnen Stücken blassgrün. Die Krystalle sitzen in Höhlungen in einem jaspisfarbigen Limonit, der von etwas weissem Quarz durchsetzt ist. Die Rückseite der Krystalle ist mit traubenförmigem Hämatit bedeckt, der in Limonit umgewandelt ist.

Analysenresultate:

0,5730 g	gaben	0,0032 unlösl. Rückst.	=	0,56 %	Rückstand
0,5730 g	-	0,2517 $PbSO_4$	=	32,33	- PbO
0,5094 g	-	0,0430 H_2O	=	8,45	- H_2O
0,5094 g	-	0,1762 Fe_2O_3	=	34,61	- Fe_2O_3
0,5094 g	-	0,0069 CuO	=	1,35	- CuO
0,4594 g	-	0,2211 $PbSO_4$	=	12,72	- SO_3
0,4594 g	-	0,0671 $Mg_2P_2O_7$	=	9,35	- P_2O_5 1).

1) Nebst einer Spur As_2O_5 .

d. Erörterung der Resultate.

Die erhaltenen Werthe stimmen sehr nahe mit den der Formel $3PbSO_4 \cdot 2FePO_4 \cdot 6Fe(OH)_3$ oder $3PbO \cdot 4Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 3SO_3 \cdot 9H_2O$ entsprechenden Zahlen überein.

Vergleicht man die berechneten Werthe mit den gefundenen, rechnet CuO in die äquivalente Menge PbO um und reducirt auf 100, so erhält man:

	Berechnet:	Gefunden:
PbO	36,10	35,69
Fe_2O_3	34,51	34,18
SO_3	12,97	12,56
P_2O_5	7,67	9,23
H_2O	8,75	8,34
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

In Rücksicht auf die früheren Analysen ist zu beachten, dass drei von vier Forschern ungefähr 12 % SO_3 fanden und nur Müller allein einen viel kleineren Betrag angiebt. Da sowohl Müller wie Percy das Mineral von Horhausen analysirten und so verschiedene Resultate erhielten, so ist wohl anzunehmen, dass Ersterer entweder einen Fehler in seiner Analyse machte oder dass er ein ganz anderes Mineral untersuchte.

Es sind daher noch die Resultate von Rammelsberg und Percy zu betrachten. Die Zahlen von Rammelsberg stimmen sehr gut mit der von ihm angenommenen Formel, die sich von der hier vorgeschlagenen nur dadurch unterscheidet, dass sie zwei Aequivalente PbO anstatt drei enthält.

Percy's Analyse liegt mehr oder weniger in der Mitte zwischen der von Rammelsberg und von mir. Die Werthe, die er bei seiner zweiten an reinem Material ausgeführten Analyse erhielt, sind, verglichen mit den aus diesen beiden Formeln sich ergebenden Zahlen, wobei natürlich P_2O_5 durch As_2O_5 ersetzt ist, folgende:

	Percy:	Berechnet für $4Fe_2O_3 \cdot 2PbO \cdot 3SO_3 \cdot As_2O_5 \cdot 9H_2O$ (Rammelsberg):	Berechnet für $4Fe_2O_3 \cdot 3PbO \cdot 3SO_3 \cdot As_2O_5 \cdot 9H_2O$ (Hartley):
PbO	29,52	25,96	34,46
Fe_2O_3	37,65	37,25	32,97
As_2O_5	13,60	13,39	11,85
SO_3	12,35	13,97	12,37
H_2O	8,49	9,43	8,35
	<hr/> 101,61	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Trotz dieser Resultate scheint die von mir vorgeschlagene Formel, die man als $3(Pb, Cu)SO_4 \cdot 2Fe(P, As)O_4 \cdot 6Fe(OH)_3$ schreiben kann, die wahrscheinlichste zu sein; es sprechen für sie folgende Punkte:

4) Das angewandte Material war, abgesehen von etwas Quarz, vollständig frei von sichtbaren Verunreinigungen und es stand eine hinreichende Menge für eine brauchbare Analyse zur Verfügung.

2) Die Formel ist viel einfacher als die von Rammelsberg, indem die Äquivalente der Säuren und Basen einander entsprechen und der Wassergehalt für den überschüssigen Betrag an Eisenoxyd gerade hinreicht, um das einfachste Hydrat zu bilden.

3) Der höhere Procentgehalt an Eisenoxyd in den früheren Analysen ist leicht daraus zu erklären, dass das Mineral in vielen Fällen mit Eisenoxypartikelchen nahe vergesellschaftet ist, die etwas schwierig zu entfernen sind.

Bemerkung über die von Hartley analysirten Mineralien Hitchcockit, Plumbogummit und Beudantit.

Von

H. A. Miers.

In der im Jahre 1896 veröffentlichten Beschreibung¹⁾ einiger Britischer Pseudomorphosen erwähnte ich, dass das himmelblaue und lavendelblaue Mineral, das sich bisweilen als Incrustation auf dem Pyromorphit von Roughen Gill fand, kein Zinksilicat oder -carbonat sei, wie gewöhnlich vermuthet wurde, sondern ein Blei-Aluminiumphosphat. Pseudomorphosen von dieser Substanz nach Pyromorphit sind unter diesen Handstücken von Roughen Gill nicht selten und wurden in der oben erwähnten Abhandlung als Beispiele für Pseudomorphosen von Plumbosinit nach Pyromorphit beschrieben.

E. G. J. Hartley unternahm auf meine Veranlassung hin die chemische Untersuchung dieses Minerals und führte auch Analysen von dem zuerst gefundenen Plumbosinit (oder Plumbogummit) von Huelgoat und von dem Hitchcockit von Georgia, der allgemein als eine Plumbogummitvarietät betrachtet wurde, aus, in der Absicht, dieselben mit dem Mineral von Cumberland zu vergleichen. Er zeigte, dass das letztere mit dem Mineral von Georgia identisch ist. Die Pseudomorphosen sollten daher als solche von Hitchcockit nach Pyromorphit beschrieben sein.

Hitchcockit von Cumberland. Dieses schöne blaue Mineral tritt als Kruste auf, die gewöhnlich den Aderquarz bedeckt und ausserdem noch Pyromorphitkrystalle enthält. Die Pyromorphitkrystalle sind bisweilen ganz frisch, aber oft gerundet durch eine Zone von Hitchcockit und an einzelnen Stücken nur noch durch hohle Pseudomorphosen, die ganz aus Hitchcockit

1) Mineralogical Magazine **11**, 272. Ref. diese Zeitschr. 1899, **31**, 192.

bestehen, repräsentirt. Diese letzteren sind von blassblauer, bisweilen von grünlichgelber Farbe. Die gewöhnliche Farbe der Kruste ist jedoch ausgeprägt smalte- oder lavendelblau.

Die Oberfläche der Kruste ist rau und zeigt unter dem Mikroskope kleine Krystalle mit pyramidalen Endflächen. Dieselben sind für eine Messung zu klein.

Zwischen gekreuzten Nicols zeigt die Kruste die Polarisation eines Aggregates und besteht aus radialstrahligen Nadeln. Die darunter liegenden Theile zeigen traubenförmige Structur. Ist die Kruste dünn, so ist das schwarze charakteristische Kreuz der Sphärolithen zu sehen. Ein dünnes Stück dieser Kruste zeigt, zwischen gekreuzten Nicols im parallelen Lichte gesehen, einen sehr schönen Anblick, hervorgebracht durch vollständige Kreuze und prächtige Polarisationsfarben der Radien.

Untersucht man einen zerriebenen Theil in Oel, so sieht man deutlich, dass die Fasern der Kruste gerade Auslöschung zeigen und nach der positiven Richtung verlängert sind. Im convergenten Lichte erscheinen sie entweder einaxig positiv oder zweiaxig mit einem sehr kleinen Axenwinkel und verlängert nach der positiven spitzen Bisectrix. Diese Beobachtungen sind jedoch sehr schwierig. Das Brechungsvermögen und die Doppelbrechung sind entschieden kleiner als beim Pyromorphit.

Eine dünne Schicht der Kruste zeigt im convergenten Lichte bisweilen ein Bild ähnlich der Interferenzfigur eines positiv-einaxigen Krystalles; es rührt dies jedoch thatsächlich von der radialfaserigen Structur her.

Der Pyromorphit und Mimetesit von Cumberland, mit dem der Hitchcockit vergesellschaftet ist, scheint in mehreren Bleiwerken in der Nähe des Roughten Gill, eines kleinen Flusses, drei Meilen südlich vom Dorfe Caldbeck, gefunden worden zu sein. Die Werke wurden vor vielen Jahren eingestellt. Die Stücke, welche Sammlungen vielfach zieren, scheinen kurz vor 1834 gefunden worden zu sein.

Einige hundert Yards von einander entfernt liegen die Werke, welche, benannt nach den Flüssen, an denen sie liegen, unter den Namen Roughten Gill und Red Gill bekannt sind. Zu den bei dem ersteren gefundenen Mineralien gehört Campylit, Aurichalcit, Pyromorphit, Brochantit, Anglesit, Melakonit und verschiedene Kupfererze, Calamin (Smithsonit), Psilomelan, Chaledon, Baryt und Linarit. Die beim Red Gill gefundenen Mineralien sind Malachit und andere Kupfererze, Cerussit, Leadhillit, Caledonit und Linarit.

Die Hauptquellen über diesen Gegenstand sind:

Greg und Lettsom, Mineralogy of Great Britain and Ireland, 1858.

Bryce M. Wright, in Jenkinson's Practical Guide to the English Lake District, 1885, S. 74—97, wo ein ausführliches Verzeichniss der Localitäten angegeben ist.

J. G. Goodchild, »Contributions towards a List of the Minerals occurring in Cumberland and Westmoreland« (Transactions of the Cumberland Association for the Advancement of Literature and Science, 1883, 7, 101—126; 1884, 8, 189—204; 1885, 9, 175—199).

Die Erwähnung von Roughten Gill in Dana's System of Mineralogy 1850 als eines Fundortes für Plumbosinit hat wahrscheinlich Bezug auf den braunen harzartigen Pyromorphit (vielleicht eine der aluminiumhaltigen Varietäten), denn auf die schöne blaue Farbe des Minerals ist nicht hingewiesen.

Hitchcockit von der Canton-Mine, Georgia. Bei den von Hartley analysirten Stücken tritt dieses Mineral als fast farblose Kruste auf einer Matrix auf, die der Hauptsache nach aus Quarz, Bleiglanz, Pyrit und Chalkopyrit besteht. Obgleich in der Farbe von dem Mineral von Cumberland so verschieden, ist es demselben doch in jeder Beziehung sehr ähnlich, wenn man seine wesentlichen Eigenschaften in Betracht zieht; unter dem Mikroskope sind beide nicht zu unterscheiden. Oberfläche, Structur und die optischen Eigenschaften sind genau die oben beschriebenen. Hitchcockit wurde von E. Bertrand¹⁾ als ein positiv einaxiges Mineral beschrieben.

Plumbogummit von Huelgoat, Bretagne. Die von Hartley analysirten Stücke bestanden aus tiefbraunem, harzigem Plumbogummit von traubenförmiger Structur, der zum Theil eine rauh facettenförmige Oberfläche, ähnlich der eines nierenförmigen Hämatits besitzt. In den meisten Fällen jedoch zeigt er keine ausgesprochene radialfaserige Structur. Der Plumbogummit stand in Berührung mit einem blass bräunlichgelben Mineral von Harzglanz und faseriger Structur, dessen Oberfläche sehr der des Plumbogummit ähnlich ist bei traubenförmiger Ausbildung. Die Matrix bestand aus Bleiglanz und dichtem Pyrit.

Unter dem Mikroskope zeigte kein Stück das typische schwarze Kreuz des Hitchcockit. In faserigem Zustande zeigte der Plumbogummit positive Verlängerung und gerade Auslöschung. Einige Stücke lieferten eine positive einaxige Interferenzfigur. Die Lichtbrechung und die Doppelbrechung dieses Minerals sind stärker als beim Hitchcockit von Cumberland und Amerika und auch stärker als die des Pyromorphit. Das Mineral ist auch härter als Hitchcockit.

Das blass gefärbte Mineral bei diesem Stücke ist wahrscheinlich eine Varietät von Pyromorphit, denn an einer Stelle besass es eine Höhlung, die mit mikroskopischen Krystallen bedeckt war. Einer davon konnte isolirt werden und wurde mit dem zweikreisigen Goniometer gemessen. Es war ein hexagonales Prisma mit der Basis, an deren Ecken sechs Pyrami-

1) Bull. Soc. Min. 1884, 4, 37. Ref. diese Zeitschr. 1882, 6, 308.

denflächen sassen. Der Winkel zwischen Basis und Pyramide ist $39^{\circ} 38'$ ($38^{\circ} 55' - 41^{\circ} 44'$); der entsprechende Winkel ist beim Pyromorphit $40^{\circ} 22'$. Dieser Krystall, wie das blass gefärbte Material im Allgemeinen, war in der negativen Richtung verlängert. Das Mineral ist auch weniger hart als der braune Plumbogummit und besitzt schwächere Doppelbrechung.

Die optische Untersuchung der genannten Mineralien bestätigt daher die Analysen von Hartley in interessanter Weise; sie zeigt, dass das Mineral von Cumberland und Amerika (Hitchcockit) durchaus nicht zu unterscheiden sind, dass sie dagegen in den meisten Punkten vom Plumbogummit verschieden und von demselben leicht zu trennen sind, obgleich die drei Stücke in mancher Beziehung grosse Aehnlichkeit zeigen. Ferner ist der Plumbogummit von dem mit ihm vergesellschafteten blass gefärbten Mineral (Pyromorphit) gänzlich verschieden. Mit dem Mikroskop ist irgend eine mechanische Mischung der beiden nicht zu entdecken. Die Plumbogummitfragmente erscheinen deutlich homogen und frei von Verunreinigungen.

Beudantit.

Das von Hartley analysirte Beudantitstück ergibt sich als solches von den Glandore-Minen in Co. Cork zu erkennen und wurde als solches von Dr. Krantz zwei Jahre nach der Entdeckung desselben an diesem Fundorte gekauft. Im Aussehen ähnelt dieses Stück mehr denen von Dernbach als den anderen von Glandore, welche ich gesehen habe. Da jedoch die Matrix nur aus Limonit und Quarz besteht, so ist das oberflächliche Aussehen des Beudantit nicht hinreichend, um seinen Ursprung aus Irland bestreiten zu können. Auch die Analyse von Hartley hebt den Zweifel nicht; denn der von ihm gefundene Werth für Phosphorsäure ist ungefähr die Mitte zwischen den Werthen, die Müller für den Beudantit von Dernbach und Rammelsberg für den von Cork angiebt.

Unter dem Mikroskope lassen sich Bruchstücke von diesem Beudantit nicht von dem von Dernbach und Cork unterscheiden. Von dem ersteren befindet sich ein Handstück in dem Museum zu Oxford; durch die Güte des Herrn H. J. Seymour hatte ich Gelegenheit, ein Stück des letzteren von der Universität Dublin zu untersuchen, welches aus der Sammlung des Dr. Sullivan stammte.

Sie sind alle bei hinreichender Dicke blassgelb oder gelblichbraun. Man kann sie leicht von Pharmakosiderit unterscheiden, der eine grüne Farbe besitzt und immer Bandstructur parallel den Würfelflächen zeigt. Der Beudantit ist stärker doppeltbrechend als Pharmakosiderit und zeigt nicht dessen kubische Bänderstructur. Bisweilen ist jedoch eine lamellare Structur zu sehen; häufig zeigt er deutliche Spuren von Zwillingsbildung, indem viele Bruchstücke aus verschieden orientirtem doppeltbrechendem Material bestehen.

Aus diesem Grunde ist es schwer zu sagen, ob das Mineral einaxig oder zweiaxig ist, obgleich Büschel zu sehen sind. Ein Bruchstück schien die negative Bisectrix eines zweiaxigen Krystalles mit grossem optischen Axenwinkel zu zeigen. Auch E. Bertrand¹⁾ fand, dass der Beudantit von Dernbach, Cork und Horhausen unter dem Mikroskope nicht zu unterscheiden war. Er bezeichnet sie jedoch als einaxig und negativ. Ich war nicht im Stande, ein ausgesprochenes einaxiges Bild bei einem der untersuchten Stücke zu finden.

Ein kleiner Krystall von Dernbach mit sehr glänzenden Rhomboëderflächen lieferte $88^{\circ} 22'$ für den Rhomboëderwinkel. Dauber fand als Mittel für seine Messungen $88^{\circ} 42'$.

4) Bull. Soc. Min. Fr. 1884, 4, 253. Ref. diese Zeitschr. 1884, 8, 308.

VIII. Beiträge zur zonalen Krystallographie.

IV. Zonale Symbole und richtige Aufstellung der Krystalle.

Von

E. von Fedorow in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau.

(Mit 3 Textfiguren.)

In den vorhergehenden Beiträgen wurde der Gang der zonalen Entwicklung der Formen dargethan, wodurch die Möglichkeit geboten wurde, alle wesentlichen Aufgaben der Krystallographie ohne rechnerische Operationen genau aufzulösen. Allein es blieb dabei eine wesentliche Frage unberücksichtigt, nämlich die über die Zugehörigkeit jeder gegebenen Form zu einer bestimmten Periode. Von der Lösung dieser Frage hängt aber von vornherein der Grad der Complicirtheit der zonalen Entwicklung ab, resp. die Aufgabe, die Anzahl der dazu nöthigen Operationen zu bestimmen. Der Begriff der zugehörigen Periode ist ein Grundbegriff der zonalen Krystallographie, und daher ist die aufgestellte Frage als eine der Hauptfragen zu betrachten.

Jetzt bin ich in der Lage auf diese Frage eine bestimmte und dabei sehr einfache Antwort liefern zu können; die Lösung stützt sich auf den folgenden, dieser Abhandlung zu Grunde liegenden Satz:

Ist eine Form $\{abc\}$ gegeben, so sind die Factoren $(a-b)$, $(b-c)$, c der Ordnungszahl dieser Form zugleich die Indices einer Form der nächststehenden, niedrigeren Periode.

Anstatt sogleich den Beweis dieses Grundsatzes zu geben, will ich die wichtigsten Folgerungen daraus ziehen.

Die erste Folgerung bezieht sich gerade auf die aufgestellte Grundfrage der Bestimmung der Periodenzahl. Der Anschaulichkeit wegen nehme ich ein beliebiges concretes Beispiel. Es soll z. B. die Periode der Form $\{12.10.7\}$ bestimmt werden.

Die Factoren der Ordnungszahl dieser Form sind $42 - 40 = 2$, $40 - 7 = 3$ und 7. Auf dem angegebenen Satze fussend, können wir also behaupten, dass die Form {732} einer nächststehenden, niedrigeren Periode angehört. Nun aber gehört diese Form der IV. Periode an; folglich ist die gegebene Form {12.10.7} eine solche der V. Periode.

Die Factoren der Form {732} sind {421}; also muss die letzte der III. Periode angehören, was bekanntlich wirklich der Fall ist.

Die Factoren von {421} sind {211}; also gehört diese Form der II. Periode an; endlich sind die Factoren der letzten Form {110}, was das Symbol einer Form der I. Periode darstellt.

Zugleich werden die Ordnungszahlen der betreffenden Formen bestimmt, und zwar:

$$\begin{array}{llll} \text{die Ordnungszahl von } \{12.10.7\} & \text{ist } 7 \times 3 \times 2 = 42 \\ - & - & - \{7 \times 3 \times 2\} & - 4 \times 2 \times 4 = 8 \\ - & - & - \{4 \times 2 \times 4\} & - 2 \times 4 \times 4 = 2 \\ - & - & - \{2 \times 4 \times 4\} & - 4 \times 4 = 4 \end{array}$$

In dem letzten Producte ist der Factor 0 weggelassen, der schon früher angegebenen Regel gemäss.

Auf demselben Grundsätze fussend, können wir aber auch in umgekehrter Ordnung verfahren, und aus jeder gegebenen Form einer Periode eine Anzahl der zugeordneten Formen der nächst folgenden, höheren Periode bestimmen.

Nehmen wir z. B. die Indices:

$$(732) \quad (372) \quad (273) \quad (237) \quad (327) \quad (723)$$

für die Factoren der Ordnungszahl der Formen der V. Periode, so entnehmen wir daraus die specifischen Symbole:

$$\{12.5.2\} \quad \{12.9.2\} \quad \{12.10.3\} \quad \{12.10.7\} \quad \{12.9.7\} \quad \{12.5.3\}.$$

Man sieht, dass die in Betracht gezogene Form der V. Periode nur eine unter sechs gleichberechtigten Formen derselben Periode ist (und zwar die vierte unter den angegebenen). Alle diese Formen sind zugleich von einer und derselben Ordnung (42) und haben den grössten Index (12) mit einander (und den kleinsten Index mit dem entsprechenden der vorigen Reihe) gemein.

Auch den Indices

$$(421) \quad (241) \quad (142) \quad (124) \quad (214) \quad (412)$$

entsprechend erhalten wir folgende Formen der IV. Periode:

$$\{731\} \quad \{751\} \quad \{762\} \quad \{764\} \quad \{754\} \quad \{732\}.$$

Ebenso den Indices

$$(211) \quad (121) \quad (112)$$

sind die Indices der Formen der III. Periode

$$\{421\} \qquad \{431\} \qquad \{432\}$$

und endlich den Indices

$$(110) \qquad (101) \qquad (011)$$

sind die Indices der Formen der II. Periode

$$\{210\} \qquad \{211\} \qquad \{221\}$$

zugeordnet.

Diese Betrachtung reicht aus, zugleich ein einfaches Verfahren an die Hand zu geben, um die gesammte Anzahl der Formen irgend einer Periode aus der gegebenen Gesamtheit der Formen der vorhergehenden zu berechnen.

Wie man sieht, ist dabei darauf Acht zu nehmen, ob die Indices sämmtlich verschieden oder zwei derselben gleich sind.

Sind sämmtliche drei Indices von einander verschieden, so bedeutet dies, dass dieselben sich auf ein Hexakisoktaëd beziehen (ist einer davon 0, so erhält man ein Tetrakishexaëd); sind zwei der Indices unter einander gleich, so bedeutet dies, dass dieselben sich auf ein Triakisoktaëd I. resp. II. Reihe beziehen. Jeder ersteren Form sind sechs und jeder letzteren sind drei abgeleitete Formen höherer Ordnung zugeordnet.

Sind also sämmtliche Hexakisoktaëde einer Periode k in der Anzahl H_k , sämmtliche Tetrakishexaëde in der Anzahl P_k und sämmtliche den Triakisoktaëden angehörenden Formen in der Anzahl $T_k + T_k = 2T_k$ bekannt, so bestimmt man daraus die Gesamtanzahl der Formen $6H_k + 2 \cdot 3T_k + 6P_k$.

Unter diesen abgeleiteten Formen müssen wir aber Hexakisoktaëde mit sämmtlich verschiedenen Indices $\{abc\}$, Tetrakishexaëde mit den Indices $\{ab0\}$ und Triakisoktaëde I. Reihe mit den Indices $\{abb\}$ und II. Reihe mit den Indices $\{aab\}$ unterscheiden. Die Factoren der Ordnungszahl der letzteren speciellen Formen (also ausser Hexakisoktaëden) sind resp. $[(a-b)b0]$, $[(a-b)0b]$ und $[0(a-b)b]$. Man sieht also, dass dieselben sich sämmtlich aus Tetrakishexaëden der vorangehenden Periode ableiten lassen; folglich ist $6(H_k + T_k) = 6(H_k + 2^{k-2})^1$ die Gesamtanzahl der abgeleiteten Hexakisoktaëde.

Aus allem Vorhergehenden ersehen wir, dass die vollständige zonale Formenentwicklung in Perioden ausser dem constructionellen, im I. Beitrage angegebenen Wege, auch rein zahlenmässig geschehen kann. Für höhere Perioden ist sogar dieser letzte Weg vorzuziehen, da die Zeichnung zu complicirt wäre.

1) Wie es schon in dem ersten dieser Beiträge (diese Zeitschr. 32, 452) angegeben wurde.

Zur Illustration des Vorganges dieser Art will ich jetzt auf diesem neuen Wege die Formen der V. Periode entwickeln.

Wie schon früher angegeben, gehören hierzu acht Tetrakishexaëde, acht Triakisoktaëde je I. und II. Reihe und 528 Hexakisoktaëde, also eine so grosse Anzahl von Formen, dass auf einer einzigen Zeichnung ein sehr schwer zu deutendes Netz zu Stande käme.

Auf zahlenmässigem Wege können wir sehr einfach verfahren. Alle speciellen Zonen angehörenden Formen lassen sich direct aus Tetrakishexaëden der IV. Periode ableiten, also aus den Formen {440} (IV. Ordnung), {520} (X. Ordnung), {430} (XII. Ordnung) und {530} (XV. Ordnung).

Somit entsteht folgende Tabelle dieser Formen der V. Periode:

IV. Ordnung	aus	440 {510}, aus 440 {540}, aus 404 {511}, aus 104 {544}, aus 044 {551}, aus 044 {554}.
X.	-	520 {720}, aus 250 {750}, aus 502 {722}, aus 205 {755}, aus 052 {772}, aus 025 {775}.
XII.	-	430 {730}, aus 340 {740}, aus 403 {733}, aus 304 {744}, aus 043 {773}, aus 034 {774}.
XV.	-	530 {830}, aus 350 {850}, aus 503 {833}, aus 305 {855}, aus 053 {883}, aus 035 {885}.

Hexakisoktaëde.

IV. Ordnung	aus	441 {621} {651} {654}
X.	-	521 {831} {861} {872} {875} {865} {832}
XVI.	-	444 {951} {954} {984}
XX.	-	522 {942} {972} {975}
XX.	-	544 {10.5.4} {10.6.4} {10.9.4} {10.9.5} {10.6.5} {10.5.4}
XXI.	-	734 {11.4.1} {11.8.1} {11.10.3} {11.10.7} {11.8.7} {11.4.3}
XXVIII.	-	744 {12.5.1} {12.8.1} {12.11.4} {12.11.7} {12.8.7} {12.5.4}
XXXII.	-	844 {13.5.1} {13.9.1} {13.12.4} {13.12.8} {13.9.8} {13.5.4}
XXXV.	-	751 {13.6.1} {13.8.1} {13.12.5} {13.12.7} {13.8.7} {13.6.5}
XXXVI.	-	433 {10.6.3} {10.7.3} {10.7.4}
XXXVI.	-	944 {14.5.1} {14.10.1} {14.13.4} {14.13.9} {14.10.9} {14.5.4}
XL.	-	851 {14.6.1} {14.9.1} {14.13.5} {14.13.8} {14.9.8} {14.6.5}
XL.	-	10.4.4 {15.5.1} {15.11.1} {15.14.4} {15.14.10} {15.11.10} {15.5.4}

XLII.	Ordnung aus	732	{12.5.2}	{12.9.2}	{12.10.3}	{12.10.7}	{12.9.7}
			{12.5.3}				
XLV.	-	533	{11.6.3}	{11.8.3}	{11.8.5}		
XLVIII.	-	443	{11.7.3}	{11.7.4}	{11.8.4}		
L.	-	552	{12.7.2}	{12.10.5}	{12.7.5}		
LIV.	-	961	{16.7.1}	{16.10.1}	{16.15.6}	{16.15.9}	{16.10.9}
			{16.7.6}				
LV.	-	41.5.1	{17.6.1}	{17.12.1}	{17.16.5}	{17.16.11}	{17.12.11}
			{17.6.5}				
LVI.	-	742	{13.6.2}	{13.9.2}	{13.11.4}	{13.11.7}	{13.9.7}
			{13.6.4}				
LX.	-	543	{12.7.3}	{12.8.3}	{12.9.4}	{12.9.5}	{12.8.5}
			{12.7.4}				
LXX.	-	752	{14.7.2}	{14.9.2}	{14.12.5}	{14.12.7}	{14.9.7}
			{14.7.5}				
LXX.	-	10.7.1	{18.8.1}	{18.11.1}	{18.17.7}	{18.17.10}	
			{18.11.10}	{18.8.7}			
LXXV.	-	553	{13.8.3}	{13.10.5}	{13.8.5}		
LXXVII.	-	11.7.1	{19.8.1}	{18.12.1}	{19.18.7}	{19.18.11}	
			{19.12.11}	{19.8.7}			
LXXX.	-	852	{15.7.2}	{15.10.2}	{15.13.5}	{15.13.8}	{15.10.8}
			{15.7.5}				
LXXXIV.	-	743	{14.7.3}	{14.10.3}	{14.11.4}	{14.11.7}	{14.10.7}
			{14.7.4}				
LXXXIV.	-	762	{15.8.2}	{15.9.2}	{15.13.6}	{15.13.7}	{15.9.7}
			{15.8.6}				
XC.	-	952	{16.7.2}	{16.11.2}	{16.14.5}	{16.14.9}	{16.11.9}
			{16.7.5}				
XCVI.	-	843	{15.7.3}	{15.11.3}	{15.12.4}	{15.12.8}	{15.11.8}
			{15.7.4}				
C.	-	10.5.2	{17.7.2}	{17.12.2}	{17.15.5}	{17.15.10}	
			{17.12.10}	{17.7.5}			
CV.	-	753	{15.8.3}	{15.10.3}	{15.12.5}	{15.12.7}	{15.10.7}
			{15.8.5}				
CVIII.	-	943	{16.7.3}	{16.12.3}	{16.13.4}	{16.13.9}	{16.12.9}
			{16.7.4}				
CVIII.	-	962	{17.8.2}	{17.11.2}	{17.15.6}	{17.15.9}	
			{17.11.9}	{17.8.6}			
CX.	-	11.5.2	{18.7.2}	{18.13.2}	{18.16.5}	{18.16.11}	
			{18.13.11}	{18.7.5}			
CXX.	-	853	{16.8.3}	{16.11.3}	{16.13.5}	{16.13.8}	
			{16.11.8}	{16.8.5}			

CXX.	Ordnung	aus	10.4.3	{17.7.3}	{17.13.3}	{17.14.4}	{17.14.10}
				{17.13.10}	{17.7.4}		
CXXVI.	-	-	763	{16.9.3}	{16.10.3}	{16.13.6}	{16.13.7}
				{16.10.7}	{16.9.6}		
CXXXII.	-	-	11.6.2	{19.8.2}	{19.13.2}	{19.17.6}	{19.17.11}
				{19.13.11}	{19.8.6}		
CXXXV.	-	-	953	{17.8.3}	{17.12.3}	{17.14.5}	{17.14.9}
				{17.12.9}	{17.8.5}		
CXL.	-	-	754	{16.9.4}	{16.11.4}	{16.12.5}	{16.12.7}
				{16.11.7}	{16.9.5}		
CXL.	-	-	10.7.2	{19.9.2}	{19.12.2}	{19.17.7}	{19.17.10}
				{19.12.10}	{19.9.7}		
CXLIV.	-	-	863	{17.9.3}	{17.11.3}	{17.14.6}	{17.14.8}
				{17.11.8}	{17.9.6}		
CL.	-	-	10.5.3	{18.8.3}	{18.13.3}	{18.15.5}	{18.15.10}
				{18.13.10}	{18.8.5}		
CLIV.	-	-	11.7.2	{20.9.2}	{20.13.2}	{20.18.7}	{20.18.11}
				{20.13.11}	{20.9.7}		
CLX.	-	-	854	{17.9.4}	{17.12.4}	{17.13.5}	{17.13.8}
				{17.12.8}	{17.9.5}		
CLXV.	-	-	11.5.3	{19.8.3}	{19.14.3}	{19.16.5}	{19.16.11}
				{19.14.11}	{19.8.5}		
CLXVIII.	-	-	764	{17.10.4}	{17.11.4}	{17.13.6}	{17.13.7}
				{17.11.7}	{17.10.6}		
CLXVIII.	-	-	873	{18.10.3}	{18.11.3}	{18.15.7}	{18.15.8}
				{18.11.8}	{18.10.7}		
CLXXVI.	-	-	11.8.2	{21.10.2}	{21.13.2}	{21.19.8}	{21.19.11}
				{21.13.11}	{21.10.8}		
CLXXXII.	-	-	13.7.2	{22.9.2}	{22.15.2}	{22.20.7}	{22.20.13}
				{22.15.13}	{22.9.7}		
CLXXXIX.	-	-	973	{19.10.3}	{19.12.3}	{19.16.7}	{19.16.9}
				{19.12.9}	{19.10.7}		
CCVIII.	-	-	13.8.2	{23.10.2}	{23.15.2}	{23.21.8}	{23.21.13}
				{23.15.13}	{23.10.8}		
CCXVI.	-	-	964	{19.10.4}	{19.13.4}	{19.15.6}	{19.15.9}
				{19.13.9}	{19.10.6}		
CCXVI.	-	-	983	{20.11.3}	{20.12.3}	{20.17.8}	{20.17.9}
				{20.12.9}	{20.11.8}		
CCXX.	-	-	11.5.4	{20.9.4}	{20.15.4}	{20.16.5}	{20.16.11}
				{20.15.11}	{20.9.5}		
CCXXIV.	-	-	8.7.4	{19.11.4}	{19.12.4}	{19.15.7}	{19.15.8}
				{19.12.8}	{19.11.7}		

CCXL.	Ordnung aus	10.8.3	{21.11.3}	{21.13.3}	{21.18.8}	{21.18.10}
			{21.13.10}	{21.11.8}		
CCXLII.	-	-	974	{20.11.4}	{20.13.4}	{20.16.7} {20.16.9}
				{20.13.9}	{20.11.7}	
CCLXIV.	-	-	11.6.4	{21.10.4}	{21.15.4}	{21.17.6} {21.17.11}
				{21.15.11}	{21.10.6}	
CCLXX.	-	-	965	{20.11.5}	{20.14.5}	{20.15.6} {20.15.9}
				{20.14.9}	{20.11.6}	
CCLXX.	-	-	10.9.3	{22.12.3}	{22.13.3}	{22.19.9} {22.19.10}
				{22.13.10}	{22.12.9}	
CCLXXIII.	-	-	13.7.3	{23.10.3}	{23.16.3}	{23.20.7} {23.20.13}
				{23.16.13}	{23.10.7}	
CCXCVII.	-	-	11.9.3	{23.12.3}	{23.14.3}	{23.20.9} {23.20.11}
				{23.14.11}	{23.12.9}	
CCCXXXVI.	-	-	14.8.3	{25.11.3}	{25.17.3}	{25.22.8} {25.22.14}
				{25.17.14}	{25.11.8}	
CCCL.	-	-	10.7.5	{22.12.5}	{22.15.5}	{22.17.7} {22.17.10}
				{22.15.10}	{22.12.7}	
CCCLI.	-	-	13.9.3	{25.12.3}	{25.16.3}	{25.22.9} {25.22.13}
				{25.16.13}	{25.12.9}	
CCCLX.	-	-	985	{22.13.5}	{22.14.5}	{22.17.8} {22.17.9}
				{22.14.9}	{22.13.8}	
CCCLXIV.	-	-	13.7.4	{24.11.4}	{24.17.4}	{24.20.7} {24.20.13}
				{24.17.13}	{24.11.7}	
CCCLXXVIII.	-	-	14.9.3	{26.12.3}	{26.17.3}	{26.23.9} {26.23.14}
				{26.17.14}	{26.12.9}	
CCCLXXXV.	-	-	11.7.5	{23.12.5}	{23.16.5}	{23.18.7} {23.18.11}
				{23.16.11}	{23.12.7}	
CCCXCVI.	-	-	11.9.4	{24.13.4}	{24.15.4}	{24.20.9} {24.20.11}
				{24.15.11}	{24.13.9}	
CD	-	-	10.8.5	{23.13.5}	{23.15.5}	{23.18.8} {23.18.10}
				{23.15.10}	{23.13.8}	
CDXX.	-	-	10.7.6	{23.13.6}	{23.16.6}	{23.17.7} {23.17.10}
				{23.16.10}	{23.13.7}	
CDXL.	-	-	11.10.4	{25.14.4}	{25.15.4}	{25.21.10} {25.21.11}
				{25.15.11}	{25.14.10}	
CDLV.	-	-	13.7.5	{25.12.5}	{25.18.5}	{25.20.7} {25.20.13}
				{25.18.13}	{25.12.7}	
CDLXII.	-	-	11.7.6	{24.13.6}	{24.17.6}	{24.18.7} {24.18.11}
				{24.17.11}	{24.13.7}	
CDXCV.	-	-	11.9.5	{25.14.5}	{25.16.5}	{25.20.9} {25.20.11}
				{25.16.11}	{25.14.9}	

		DXX. Ordnung aus 13.10.4 {27.14.4} {27.17.4} {27.23.10} {27.23.13}					
		{27.17.13} {27.14.10}					
DXXVIII.	-	-	11.8.6	{25.14.6}	{25.17.6}	{25.19.8}	{25.19.11}
		{25.17.11} {25.14.8}					
DXL.	-	-	10.9.6	{25.15.6}	{25.16.6}	{25.19.9}	{25.19.10}
		{25.16.10} {25.15.9}					
DLX.	-	-	11.8.5	{27.13.5}	{27.19.5}	{27.22.8}	{27.22.11}
		{27.19.11} {27.13.8}					
DXCIV.	-	-	11.9.6	{26.15.6}	{26.17.6}	{26.20.9}	{26.20.11}
		{26.17.11} {26.15.9}					
DCXXIV.	-	-	13.8.6	{27.14.6}	{27.19.6}	{27.21.8}	{27.21.13}
		{27.19.13} {27.14.8}					
DCLX.	-	-	11.10.6	{27.16.6}	{27.17.6}	{27.21.10}	{27.21.11}
		{27.17.11} {27.16.10}					
DCCII.	-	-	13.9.6	{28.15.6}	{28.19.6}	{28.22.9}	{28.22.13}
		{28.19.13} {28.15.9}					
DCCXV.	-	-	13.11.5	{29.16.5}	{29.18.5}	{29.24.11}	{29.24.13}
		{29.18.13} {29.16.11}					
DCCLVI.	-	-	14.9.6	{29.15.6}	{29.20.6}	{29.23.9}	{29.23.11}
		{29.20.11} {29.15.9}					
DCCLXX.	-	-	14.11.5	{30.16.5}	{30.19.5}	{30.25.11}	{30.25.11}
		{30.19.11} {30.16.11}					
DCCLXXX.	-	-	13.10.6	{29.16.6}	{29.19.6}	{29.23.10}	{29.23.13}
		{29.19.13} {29.16.10}					
DCCCLVIII.	-	-	13.11.6	{30.17.6}	{30.19.6}	{30.24.11}	{30.24.13}
		{30.19.13} {30.17.11}					
CMXXIV.	-	-	14.11.6	{31.17.6}	{31.20.6}	{31.25.11}	{31.25.11}
		{31.20.11} {31.17.11}					

Wie man sieht, haben wir jetzt in der zonalen Formenentwicklung vollständige Bestimmtheit und Einheitlichkeit erlangt. Nun liegt die Idee nahe, eine neue, anschaulichere Symbolisirung der Formen und demgemäss eine neue Klassifikation derselben zu Stande zu bringen, damit die Operation der zonalen Entwicklung durch solche unmittelbar ersichtlich werde und jede Form ihre natürlich zukommende Stellung erhalte.

Wir haben eben gesehen, dass aus jeder Form einer Periode sich sechs resp. drei neue Formen der folgenden Periode entwickeln lassen. Diese Entwicklung können wir stets in streng bestimmter Ordnung vornehmen und in dieser Ordnung die Buchstaben α , α , β , γ resp. A , B , C aufstellen, so dass jeder dieser Buchstaben im Anschlusse an die Indices der zu Grunde liegenden Form eine ganz streng bestimmte neue Form ausdrückt.

Zum Beispiel $\{433\}A$ bedeutet $\{10.6.3\}$, $\{762\}\alpha$ bedeutet $\{15.9.2\}$ und $\{762\}c$ bedeutet $\{15.13.6\}$.

Nur eine einzige Form, und zwar $\{411\}$, lässt daraus eine einzige und zwar $\{321\}$ entwickeln. Demgemäss wollen wir für dieselbe einen besonderen Buchstaben \mathfrak{A} anwenden.

Die der ganzen zonalen Entwicklung zu Grunde liegende Form $\{100\}$ kann einfach als H bezeichnet werden, und daraus lassen sich $\{110\}$ und $\{111\}$ ableiten, welche wir einfach als D und O bezeichnen werden.

Die Formen der I. Periode treten also einfach als H , D und O bei dieser Symbolisirung auf.

Aus der Form H lassen sich schon keine weiteren neuen Formen entwickeln.

Aus der Form D lassen sich drei neue Formen II. Periode $\{210\}$, $\{221\}$ und $\{211\}$ entwickeln, welche resp. durch DA , DB , DC bezeichnet werden müssen.

Aus der Form O lässt sich, wie eben erwähnt, eine einzige Form II. Periode und zwar $\{321\}$ herleiten, welche als $D\mathfrak{A}$ bezeichnet werden muss.

Auf angedeutete Weise können wir die Formen der III. Periode durch ganz bestimmte Symbole bezeichnen, und zwar aus DA , d. h. $\{210\}$, erhält man DAa $\{310\}$, $DA\alpha$ $\{320\}$, DAb $\{331\}$, $DA\beta$ $\{332\}$, DAc $\{322\}$, $DA\gamma$ $\{311\}$, aus DB , d. h. $\{221\}$, leitet man die neuen Formen DBA $\{531\}$, DBB $\{542\}$, DBC $\{532\}$ u. s. f. her.

Auf eben diese Weise erhält man die Symbole der IV. und aller folgenden Perioden. Z. B. aus DAa resp. $\{310\}$ leitet man wieder folgende sechs neue Formen her, und zwar $DAaa$ $\{410\}$, $DAa\alpha$ $\{430\}$, $DAab$ $\{441\}$, $DAa\beta$ $\{443\}$, $DAac$ $\{433\}$, $DAa\gamma$ $\{411\}$.

Auf diese Weise erhalten wir folgende Tabelle der zonalen Entwicklung der Formen der vier ersten Perioden.

(Siehe die Tabelle auf S. 142.)

Aus dieser Tabelle ist direct ersichtlich, dass das allgemeine Symbol, wie dasselbe oben charakterisirt wurde, sich verkürzen lässt, indem man einfach seinen ersten Buchstaben verschwinden lässt, da die Formen der I. Periode durch specielle Buchstaben bezeichnet werden.

Jetzt wollen wir die Zusammensetzung der Symbole und die Bedeutung ihrer einzelnen Glieder einer näheren Betrachtung unterziehen.

Die erste und wichtigste Eigenschaft der jetzt einzuführenden Symbole ist, dass aus der Anzahl ihrer Glieder direct die Zugehörigkeit der betreffenden Form zu einer bestimmten Periode ersichtlich ist.

Auch die Formgattung ist aus dem Symbol direct sichtbar und zwar: Tetrakishexaëde zeichnen sich durch Symbole $Akl\dots n$ aus, wo k ,

I. Periode:	II. Periode:	III. Periode:	IV. Periode:				
$H\{100\}$		$a\{340\}$ $\alpha\{320\}$	$b\{444\}$ $\beta\{443\}$ $b\{552\}$ $\beta\{553\}$	$c\{433\}$ $\gamma\{444\}$ $c\{533\}$ $\gamma\{522\}$			
$D\{110\}$	$A\{240\}$	$b\{334\}$	$A\{744\}$	$B\{763\}$	$C\{743\}$		
		$\beta\{332\}$	$A\{852\}$	$B\{863\}$	$C\{853\}$		
		$c\{322\}$	$A\{742\}$	$B\{752\}$	$C\{753\}$		
		$\gamma\{344\}$	$A\{524\}$	$B\{544\}$	$C\{543\}$		
	$B\{224\}$	$A\{534\}$	$a\{944\}$ $\alpha\{964\}$	$b\{983\}$ $\beta\{985\}$	$c\{965\}$ $\gamma\{943\}$		
		$B\{542\}$	$a\{11.6.2\}$ $\alpha\{11.7.2\}$	$b\{11.9.4\}$ $\beta\{11.9.5\}$	$c\{11.7.5\}$ $\gamma\{11.6.4\}$		
		$C\{532\}$	$a\{10.5.2\}$ $\alpha\{10.7.2\}$	$b\{10.8.3\}$ $\beta\{10.8.5\}$	$c\{10.7.5\}$ $\gamma\{10.5.3\}$		
		$A\{424\}$	$a\{734\}$ $\alpha\{754\}$	$b\{762\}$ $\beta\{764\}$	$c\{754\}$ $\gamma\{732\}$		
	$C\{244\}$	$B\{434\}$	$a\{844\}$ $\alpha\{854\}$	$b\{873\}$ $\beta\{874\}$	$c\{854\}$ $\gamma\{843\}$		
		$C\{432\}$	$a\{952\}$ $\alpha\{962\}$	$b\{973\}$ $\beta\{974\}$	$c\{964\}$ $\gamma\{953\}$		
		$O\{111\}$	$\mathfrak{A}\{324\}$	$a\{634\}$	$a\{10.4.4\}$ $\alpha\{10.7.4\}$	$b\{10.9.3\}$ $\beta\{10.9.6\}$	$c\{10.7.6\}$ $\gamma\{10.4.3\}$
				$\alpha\{644\}$	$a\{11.5.4\}$ $\alpha\{11.7.4\}$	$b\{11.10.4\}$ $\beta\{11.10.6\}$	$c\{11.7.6\}$ $\gamma\{11.5.4\}$
$b\{652\}$	$a\{13.7.2\}$ $\alpha\{13.8.2\}$			$b\{13.11.5\}$ $\beta\{13.11.6\}$	$c\{13.8.6\}$ $\gamma\{13.7.5\}$		
$\beta\{653\}$	$a\{14.8.3\}$ $\alpha\{14.9.3\}$			$b\{14.11.5\}$ $\beta\{14.11.6\}$	$c\{14.9.6\}$ $\gamma\{14.8.5\}$		
$c\{643\}$	$a\{13.7.3\}$ $\alpha\{13.9.3\}$			$b\{13.10.4\}$ $\beta\{13.10.6\}$	$c\{13.9.6\}$ $\gamma\{13.7.4\}$		
		$\gamma\{632\}$	$a\{11.5.2\}$ $\alpha\{11.8.2\}$	$b\{11.9.3\}$ $\beta\{11.9.6\}$	$c\{11.8.6\}$ $\gamma\{11.5.3\}$		

$l \dots n$ sämmtlich a oder α sind, z. B. $A\alpha\{320\}$, $Aa\alpha\{430\}$, $A\alpha\alpha\alpha\{750\}$ u. s. f.

Triakisoktaide I. Reihe zeichnen sich durch Symbole $Akl \dots n$ aus, wo n den Buchstaben b oder β und sämmtliche andere a oder α bezeichnen, z. B. $A\beta\{332\}$, $Aa\beta\{443\}$, $A\alpha a\beta\{775\}$ u. s. f.

Triakisoktaide II. Reihe werden bezeichnet durch Symbole $Akl \dots n$, wo n den Buchstaben c oder γ und sämmtliche andere a oder α bezeichnen, z. B. $A\gamma\{344\}$, $Aac\{433\}$, $A\alpha a\gamma\{722\}$ u. s. f.

Sämmtliche andere Symbole bezeichnen Hexakisoktaide.

Aber diese Symbole enthalten viel mehr als dies in sich, und zwar sind in ihnen alle betreffenden Operationen der zonalen Formenentwicklung enthalten, so dass aus einem Symbol direct herausgelesen werden kann, auf welche Weise die von demselben bezeichnete Form zu Stande gekommen ist.

Z. B. aus dem Symbole $\mathfrak{A}kl \dots n$ ersehen wir direct, dass das betreffende Hexakisoktaëd durch einen Punkt vertreten ist, welcher im Inneren eines elementaren Dreiecks der zugehörigen Periode liegt (und nicht auf dessen Seiten); dies wird durch den Buchstaben \mathfrak{A} angegeben. Die Buchstaben $kl \dots n$ zeigen aber, auf welches Dreieck hier Bezug genommen wird.

Um dies ganz klar zu zeigen, wollen wir folgendermassen verfahren.

In einem Dreieck (Fig. 4) der zonalen Entwicklung können wir sämmtliche Theile individuell unterscheiden.

Unter seinen Scheitelpunkten unterscheidet man den ersten H (Hexaëd 100), den zweiten D (Dodekaëd 110) und den dritten O (Oktaëd 111).

Auch unter seinen Seiten können wir ebenfalls die erste HD , die zweite DO und die dritte OH unterscheiden.

Ist der entsprechende inneré Punkt $\mathfrak{A} \{321\}$ gegeben, so entstehen somit drei weitere Punkte, welche wir nach der Reihe der Seiten resp. durch A , B und C bezeichnen wollen. Dadurch entstehen zugleich drei Diagonalen, von welchen OA als die erste, HB als die zweite und DC als die dritte bezeichnet werden mögen. Dabei zerfällt das Dreieck in sechs weitere elementare Dreiecke höherer Periode, welche resp. durch die Buchstaben $a, \alpha, b, \beta, c, \gamma$ bezeichnet werden müssen. Nun sieht man, dass gerade die Buchstaben A, B, C und \mathfrak{A} die Symbole der Formen der II. Periode bilden.

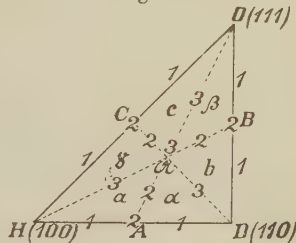
In jedem elementaren Dreieck können wir wieder individuell den ersten, zweiten und dritten Scheitelpunkt, die erste, zweite und dritte Seite unterscheiden, wie das auf der Fig. 4 direct angegeben ist.

Lassen wir diese Dreiecke in elementare Dreiecke III. Periode zerfallen, so können wir in jedem derselben auf ganz analoge Weise je vier neue Punkte unterscheiden, welche ebenfalls resp. durch A, B, C und \mathfrak{A} bezeichnet werden können.

Nun müssen wir aber noch das elementare Dreieck angeben, auf welches der betreffende Punkt Bezug hat. Diese Zuordnung ist durch Beigabe eines der Buchstaben $a, \alpha, b, \beta, c, \gamma$ unzweideutig geschehen.

Auf diese Weise bezeichnen $\mathfrak{A}a, \mathfrak{A}\alpha, \mathfrak{A}b, \mathfrak{A}\beta, \mathfrak{A}c, \mathfrak{A}\gamma$ ganz bestimmte

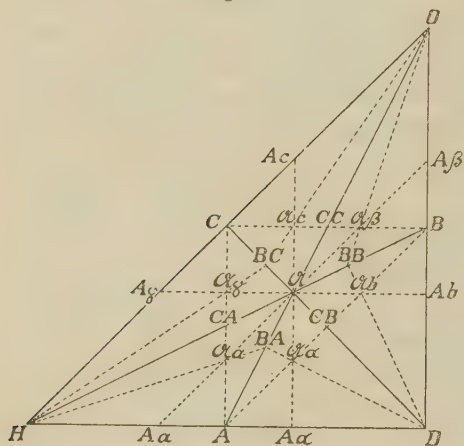
Fig. 4.



Hexakisoktaide, und zwar diejenigen, welche den inneren Punkten jedes Dreiecks entsprechen (Fig. 2).

Um dies zu betonen, möchten wir folgende Bezeichnungen einführen. Jeder erste Scheitelpunkt sei als Hexaïd, jeder zweite als Dodekaïd, jeder

Fig. 2.



dritte als Oktaïd der betreffenden Stufe bezeichnet. Dann sind die Punkte H, D, O Hexaïde III. Stufe, die Punkte A, B, C sind die betreffenden Dodekaïde, und \mathfrak{A} das gemeinsame Oktaïd.

Nun können wir sagen, dass die eben bezeichneten inneren Punkte Hexakisoktaïde III. Periode darstellen.

Symbole für Tetrakishexaïde III. Stufe (also nicht im eigentlichen Sinne des Wortes) ergeben sich von selbst als $Aa, A\alpha, Ab, A\beta, Ae, A\gamma$.

Bei der Bezeichnung der Triakisoktaïde III. Stufe stossen wir auf ein Hinderniss, indem die betreffenden Punkte nicht einem und demselben, sondern zweien nächst liegenden elementaren Dreiecken zugleich angehören. Zum Beispiel gehört ein Triakisoktaïd I. Reihe zugleich den Dreiecken a und α , b und β , c und γ an. Wir wollen dieses Hinderniss dadurch beseitigen, dass wir anstatt a resp. α A , anstatt b resp. β B , anstatt c resp. γ C schreiben. Also werden die betreffenden Formen durch die Symbole BA, BB, BC bezeichnet.

Ebenso wird ein Triakisoktaïd II. Reihe zugleich den Dreiecken a und γ , b und α , c und β angehören. Anstatt dessen wollen wir wieder respective A, B, C schreiben. Alsdann erhalten die betreffenden Formen die Symbole CA, CB, CC .

Alle diese Symbole sind aber gerade dieselben, welche eben auf zahlenmässigem Wege eingeführt wurden.

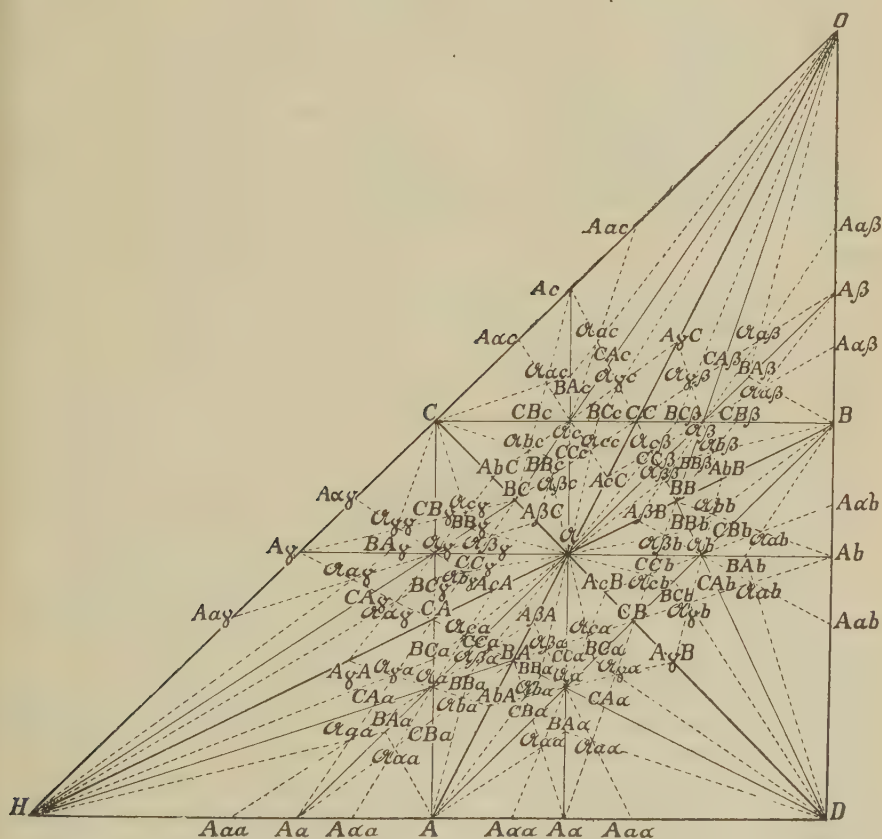
Auf ganz analoge Weise können wir weiter verfahren und die Formen der IV., V. u. f. Perioden entwickeln und nach der angedeuteten Regel durch Symbole bezeichnen; wir stossen dabei auf keine Hindernisse mehr.

Eine solche weitere Entwicklung ist in Fig. 3 angezeigt, welche zugleich nichts anderes ist, als Fig. 3 des I. Beitrags, in welcher die Miller'schen Zahlensymbole durch die neu eingeführten, zonalen, ersetzt worden sind.

Jedes elementare Dreieck der III. Periode ist jetzt in sechs elementare Dreiecke IV. Periode zerfallen, und in jedem derselben unterscheidet man vier neue Punkte A, B, C und \mathfrak{A} .

In jedem Dreieck III. Periode sind jetzt sechs Hexakisoktaëde IV. Stufe $\mathcal{H}\alpha$, $\mathcal{H}\alpha$, $\mathcal{H}b$, $\mathcal{H}\beta$, $\mathcal{H}c$, $\mathcal{H}\gamma$ enthalten. Um aber anzuzeigen, welchem Dreiecke II. Periode dieselben angehören, muss noch ein dritter Buchstabe beigegeben werden, und zwar wieder einer der Buchstaben a , α , b , β , c , γ (in ganz eindeutiger Weise).

Fig. 3.



Dasselbe gilt für sämtliche andere neue Formen. Nun muss es auf's Nachdrücklichste hervorgehoben werden, dass die eingeführten zonalen Symbole keineswegs blosse Bezeichnungen, sondern die wirklichen mathematischen Symbole im strengsten Sinne des Wortes sind.

Um dies zu beweisen genügt es, die Operation der Transformation in die Zahlensymbole und die umgekehrte Operation anzuzeigen.

Der Anschaulichkeit wegen wollen wir dies an den verschiedensten Formen V. Periode demonstrieren.

Für das Tetrakishexaid $\mathcal{A}aaa$ (zugleich Tetrakishexaid V. Stufe) erhalten wir folgende Transformation:

A bedeutet (210). Der folgende Buchstabe a weist darauf hin, dass die Indices keine Permutation erleiden; folglich ist Aa (340); ebenso bedeutet Aaa (440); endlich weist a auf die Permutation (140) hin; also ist das gesuchte Symbol {540}.

Für das Triakisoktaëd II. Reihe $Aaa\gamma$ (zugleich Tetrakishexaëd V. Stufe) erhalten wir folgende Transformation:

A bedeutet (240); Aa bedeutet (340); a weist auf die Permutation (130) hin; folglich ist Aaa (430); γ weist auf die Permutation (403) hin; also $Aaa\gamma$ {733}.

Für das Triakisoktaëd I. Reihe $A\alpha\alpha\beta$ (zugleich Tetrakishexaëd V. Stufe) erhalten wir folgende Transformation:

A bedeutet (240); α weist auf die Permutation (120) hin; folglich ist $A\alpha$ (320); α weist wieder auf die Permutation (230) hin; demgemäss ist $A\alpha\alpha$ (530); endlich weist β auf die Permutation (035) hin; also ist $A\alpha\alpha\beta$ {885}.

Für das Hexakisoktaëd $BACA$ (zugleich Triakisoktaëd I. Reihe V. Stufe) erhalten wir folgende Transformation:

B bedeutet (221); A weist darauf hin, dass keine Permutation vorzunehmen ist; folglich ist BA (531); c weist auf die Permutation (315) hin; folglich ist BAC (965); endlich a zeigt wieder, dass keine Permutation erforderlich ist; also ist $BACa$ {20.11.5}.

Für das Hexakisoktaëd $CBA\beta$ (zugleich Triakisoktaëd II. Reihe V. Stufe) erhalten wir folgende Transformation:

C bedeutet (241); der folgende Buchstabe B weist auf die Permutation (124) hin; folglich ist CB (431); a entspricht wieder der Abwesenheit jeder Permutation; folglich ist CBA (844); endlich weist β auf die Permutation (148) hin; also ist $CBA\beta$ {13.12.8}.

Für das Hexakisoktaëd $\mathfrak{A}\beta\beta\beta$ (zugleich Hexakisoktaëd V. Stufe) erhalten wir auf ganz analoge Weise: $\mathfrak{A} = (321)$; folgt Permutation (123); $\mathfrak{A}\beta = (633)$; folgt Permutation (356); $\mathfrak{A}\beta\beta = (14.11.6)$; folgt Permutation (6.11.14); also $\mathfrak{A}\beta\beta\beta = \{34.25.14\}$.

Es ist kaum nöthig, die entgegengesetzte Operation zu illustriren.

Um aber an der Eindeutigkeit und Einfachheit der Operation keinen Zweifel übrig zu lassen, wollen wir dieselben Beispiele betrachten.

Es ist das Zahlensymbol {540} gegeben, das zonale Symbol gesucht.

Factoren der Ordnungszahl sind $5 - 4 = 1$; $4 - 0 = 4$ und 0. Das Symbol (140) weist auf die Permutation a hin. Die entsprechenden Factoren für (410) sind (340) und zwar ohne Permutation, was durch a ausgedrückt wird. Die entsprechenden Factoren von (340) sind (240), wieder ohne Permutation (also Buchstabe a); endlich die entsprechenden Factoren von (240) sind (140), was durch den Buchstaben A ausgedrückt wird. Das gesuchte Symbol ist also $Aaaa$.

Es ist das Zahlensymbol {733} gegeben, das zonale gesucht. Erste Factoren sind (403), also Permutation γ . Zweite Factoren sind (130), also Permutation α . Dritte Factoren sind (210), also Permutation a , und die gefundene Form II. Periode ist A . Das gesuchte Symbol ist also $Aaa\gamma$.

Es ist das Zahlensymbol {885} gegeben, das zonale gesucht. Erste Factoren sind (035), also Permutation β . Zweite Factoren sind (230), also Permutation α . Dritte Factoren sind (120), also Permutation α , und zugleich die Form II. Periode A . Das gesuchte Symbol ist also $A\alpha\alpha\beta$.

Es ist das Zahlensymbol {20.11.5} gegeben, das zonale gesucht. Erste Factoren sind (965), also Permutation a ; zweite Factoren sind (315), also Permutation c ; dritte Factoren sind (221), also Permutation A , und zugleich die Form II. Periode B . Das gesuchte Symbol ist somit $BACa$.

Es ist das Zahlensymbol $\{13.42.8\}$ gegeben, das zonale gesucht. Erste Factoren sind (148) , also Permutation β ; zweite Factoren sind (431) , also Permutation α ; dritte Factoren sind (121) , also Permutation B , und zugleich die Form II. Periode C . Das gesuchte Symbol ist somit $CB\alpha\beta$.

Es ist das Zahlensymbol $\{31.25.14\}$ gegeben, das zonale gesucht. Erste Factoren sind $(6.11.14)$, also Permutation β ; zweite Factoren sind (356) , also Permutation β ; dritte Factoren sind (123) , also Permutation β , und zugleich die Form II. Periode \mathfrak{A} . Folglich ist das gesuchte Symbol $\mathfrak{A}\beta\beta\beta$.

Jetzt wenden wir uns dem Beweise des dieser Abhandlung zu Grunde liegenden Satzes zu.

Schon in dem I. dieser Beiträge wurde darauf hingewiesen, dass die Formen jeder folgenden Periode sich durch bestimmtes Summiren der Indices der Formen der vorangehenden Periode entwickeln lassen. Der I. Periode gehören die Formen $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$ an, welche respective durch H , D und O bezeichnet wurden.

Wenn wir die Indices dieser Formen summiren (um uns einfacher auszudrücken, wollen wir kurz von dem Summiren der Formen selbst sprechen), so erhalten wir folgende vier und nur vier Formen II. Periode: A) $H + D$, B) $D + O$, C) $O + H$, D) $H + D + O$ resp. $\{210\}$, $\{221\}$, $\{211\}$ und $\{321\}$. Wollen wir die Zahl der constituirenden Formen angeben, so können wir schreiben: $A = 4 \cdot H + 4 \cdot D + 0 \cdot O$ resp. es kurz durch das Symbol (110) bezeichnen, wo der erste Index die Anzahl von H , der zweite die Anzahl von D und der dritte die Anzahl von O angiebt; also $A = (110)$. Auf eben dieselbe Weise finden wir $B = (011)$, $C = (101)$ und $\mathfrak{A} = (111)$.

Nun sieht man, dass die neuen Symbole genau mit den gewöhnlichen Symbolen der Formen der I. Periode übereinstimmen; der einzige Unterschied besteht darin, dass jetzt die Permutationen der Indices mit in Betracht gezogen werden, und zwar in ganz bestimmter Anordnung, nämlich in genau derselben, welche oben durch die Buchstaben A , B und C bezeichnet wurde.

Diese Symbole sind aber zugleich die Factoren der Ordnungszahl der betreffenden Form, wie man dies aus folgender Zusammenstellung ersieht:

H	4	100	0	—	4	100	4	100
D	4	110	4	110	0	—	4	110
O	0	—	4	111	4	111	4	111
Summe	240		224		244		324	

Also ist (110) das aus den Factoren von (210) zusammengesetzte Symbol

-	-	(011)	-	-	-	-	(221)	-	-
-	-	(101)	-	-	-	-	(211)	-	-
-	-	(111)	-	-	-	-	(321)	-	-

Wir können dann aus den Formen der II. Periode auf dem schon früher umständlich beschriebenen Wege diejenigen der dritten entwickeln.

Es muss aber dabei besonders hervorgehoben werden, dass die Art der Zusammensetzung aus den Grundformen *II*, *D* und *O* immer gleichartig in Bezug auf alle drei ist. Wenn z. B. eine Form $\{abc\}$ *x*ter Periode vorhanden ist, welche durch das Symbol $[(a-b)(b-c)c]$ repräsentirt werden kann, das heisst aus $(a-b)$ Hexaëden, $(b-c)$ Dodekaëden und c Oktaëden zusammengesetzt ist, so müssen nothwendigerweise die Formen derselben Periode vorhanden sein, welche resp. auch durch die Symbole $[(b-c)(a-b)c]$, $[c(a-b)(b-c)]$, $[c(b-c)(a-b)]$, $[(b-c)c(a-b)]$ und $[(a-b)c(b-c)]$ ausgedrückt werden. Nur in den Fällen $a-b=b-c$ und $b-c=c$ reducirt sich diese Zahl auf drei (ein einziger Ausnahmefall entsteht bei $a-b=b-c=c$; das zugehörnde Symbol ist (444) und daraus lässt sich eine einzige Form $\{324\}$ entwickeln. Diese sechs resp. drei abgeleiteten Formen entsprechen augenscheinlich den analogen Punkten derjenigen sechs Theildreiecke II. Periode, in welche das Grunddreieck *HDO* zerfällt. Drei Formen lassen sich nur dann herleiten, wenn die entsprechenden Punkte auf den Diagonalen liegen.

Daraus ist ersichtlich, dass schon bei der Herleitung der Formen III. Periode die Operation sich kürzer gestalten lässt; man braucht nur ein einziges Theildreieck III. Periode in Betracht zu ziehen und durch respectives Summiren aus den Eckpunkten desselben vier neue Formen herzuleiten. Dann muss man für jede Form besonders die Factoren der Ordnungszahl aufsuchen, und nun findet man mittelst dieser Factoren nach der angegebenen Zahl sämmtliche andere Formen derselben Periode.

Die Herleitung dieser Formen aus *H*, *D* und *O* ist aber vollständig derjenigen der Formen II. Periode aus (400), (040), (004) analog. Wollen wir diese Symbole der Kürze wegen resp. durch H' , H'' , H''' bezeichnen, so erhalten wir ausser einer Form $\{abc\}$ II. Periode, welche als $aH' + bH'' + cH'''$ zusammengesetzt vorgestellt werden kann, noch fünf andere Formen (und zwar bac , cab , cba , bca , acb), welche aber in Wirklichkeit von uns auf eine und dieselbe Form bezogen werden auf Grund der scheinbaren Symmetrie des Krystallflächencomplexes. Daraus ziehen wir den Schluss, dass die Factoren der Ordnungszahl der Formen III. Periode mit den Indices der Formen II. Periode übereinstimmen.

Bezeichnen wir die Eckpunkte eines ausgewählten Theildreiecks II. Periode durch H_1 , D_1 , O_1 , so sind die Formen III. Periode dadurch zu erhalten, dass man dieselben durch entsprechendes Summiren als (440), (044), (404) und (444) herleitet, das heisst als $4H_1 + 4D_1 + 0O_1$, $0H_1 + 4D_1 + 4O_1$, $4H_1 + 0D_1 + 4O_1$, $4H_1 + 4D_1 + 4O_1$ repräsentirt. Das sind aber lauter Indices I. Periode. Sie sind zugleich als Factoren der Ordnungszahl der Formen II. Periode aufzufassen, und diese Factoren, als Indices aufgefasst, weisen auf die Art der Entwicklung derselben Formen III. Periode aus *H*, *D*, *O* hin.

Um den aufgestellten Satz endgültig zu beweisen, braucht man jetzt nur seine Richtigkeit für eine beliebige Form einer beliebigen $k + 1^{\text{ten}}$ Periode zu zeigen, wenn seine Richtigkeit für jede beliebige Form k^{ter} Periode anerkannt wird.

Ist dies anerkannt, so folgt, dass wenn eine Form $\{abc\}$ der k^{ten} Periode angehört, $\{(a-b)(b-c)c\}$ der $k-1^{\text{ten}}$ Periode angehört. Dies bedeutet, dass $\{(a-b)(b-c)c\}$ eine der vier Formen ist, welche aus H_1, H_2, H_3 auf eben dieselbe Weise sich zonal ableiten lässt, wie $\{abc\}$ aus H, D, O .

Nun können wir dieselben zonalen Entwicklungsoperationen aus H, D, O (anstatt H', H'', H''') und aus H_1, D_1, O_1 (anstatt H, D, O) vollziehen. Wir erhalten natürlich die Formen k^{ter} resp. $k + 1^{\text{ter}}$ Periode, deren Zusammensetzung folgendermassen ausgedrückt werden kann:

$$(a-b)H + (b-c)D + cO \text{ und } aH + bD + cO.$$

Das richtige Symbol der ersten dieser Formen lässt sich wie folgt

$$\begin{array}{r} (a-b) (100) \\ (b-c) (110) \\ c (111) \\ \hline abc \end{array}$$

und das der zweiten dieser Formen wie folgt

$$\begin{array}{r} a (100) \\ b (110) \\ c (111) \\ \hline (a+b+c) (b+c) c \end{array}$$

ermitteln.

Wenn also $\{abc\}$ eine der Formen k^{ter} Periode ist, so ist $\{(a+b+c)(b+c)c\}$ eine der Formen $k + 1^{\text{ter}}$ Periode. Die ersten Indices sind aber die Factoren der Ordnungszahl der zweiten.

Der Satz ist somit in seiner Allgemeinheit bewiesen.

Jetzt will ich auf einen anderen, sehr wichtigen, und durch nichts zu ersetzenden Vortheil der neuen krystallographischen Symbole hinweisen, auf Grund dessen der allgemeine Gebrauch derselben nicht nur wünschenswerth erscheint, sondern sogar einen ansehnlichen Fortschritt auf dem Gebiete der Krystallographie bedeuten würde.

Unter dem Symbol $klm \dots n$ wird nur in dem speciellen Falle der (hexakis)oktaëdrischen Symmetrieart eine einzige einfache Form verstanden, sonst fasst das Symbol eine besondere Combination einfacher Formen zusammen. Aber alle constituirenden Formen jeder solchen Combination besitzen eine besondere Verwandtschaft, so dass deren Gesamtheit, unter der Bedingung der richtigen Aufstellung des Krystallflächencomplexes, etwas ganz Einheitliches umfasst, und zwar besitzt dieselbe

gerade diejenige scheinbare Symmetrie, wie die betreffende Figur der oktaëdrischen Symmetrieart sie wirklich besitzt.

In dem speciellen Falle des vollständigen Fehlens aller Symmetrieelemente (hemipinakoidale Symmetrieart) vereinigt das Symbol die Combination von 48 verschiedenen einfachen Formen (von Specialfällen mit geringerer Anzahl abgesehen).

Zur Beobachtung kommen im Allgemeinen nicht sämmtliche diese Combination constituirenden Formen; welche davon an jedem gegebenen Krystalle vertreten sind, hängt aber von der Aufstellung des Complexes ab, und demgemäss konnte dies bisher nicht von subjectiver Auffassung des Beobachters frei gehalten werden.

Bis jetzt besitzen wir leider kein sicheres Merkmal, nach welchem die Richtigkeit der Aufstellung constatirt werden könnte. Nun wollen wir aber zeigen, dass einer der wichtigen Vortheile der zonalen Krystallographie sich erweist in der wenigstens relativ richtigeren Aufstellung, indem dieselbe die Möglichkeit darbietet, über die relative Einfachheit der gesammten Symbole jedes zur Beobachtung gekommenen Krystalles eine ausser dem Bereiche der Subjectivität stehende feste Schätzung zu erbringen.

Die hier angedeutete Idee ist keineswegs eine neue und ist wahrscheinlich von jedem Krystallographen¹⁾ stillschweigend gehegt, aber die thatsächliche Verwirklichung derselben erscheint erst jetzt vermittelt der Symbole der zonalen Krystallographie erreichbar, und zwar auf Grund folgender Definition der relativen Einfachheit in der Aufstellung:

Die einfachere Aufstellung des Krystallflächencomplexes ist diejenige, durch welche die sicher festgestellten Formen als Formen niederer Periode erscheinen; unter Erhaltung derselben höchsten Periode ist als einfachere diejenige Aufstellung anzuerkennen, welche alle beobachteten Formen auf eine möglichst geringe Anzahl zonaler Symbole höherer Perioden reducirt.

Demgemäss können sich die Krystallographen und Mineralogen aller Welt darin einigen, nur diejenigen Aufstellungen zu gebrauchen, welche dem eben angegebenen Princip Genüge leisten.

Durch das aufgestellte Princip ist ein kritischer Leitpunkt für alle bisher errungenen Resultate der beschreibenden Krystallographie geschaffen, und es entsteht jetzt die ganz bestimmte umfangreiche Aufgabe, für sämmtliche Krystalle (ausser den kubischen) die richtige Aufstellung zu bestimmen.

Leider kann der Verfasser diese grossartige Aufgabe nicht überneh-

¹⁾ Ausdrücklich ausgesprochen finde ich z. B. diese Idee in Goldschmidt's »Index der Krystallformen der Mineralien« 1, S. 37, abgesehen von zahlreichen Aeusserungen in mineralogischen Monographien, wo von den Vorzügen der angenommenen Aufstellung die Rede ist.

men, hofft aber, dass dieselbe bald von anderer Seite in Angriff genommen wird. Hier wollen wir uns damit begnügen, einige der lehrreichsten Beispiele näher zu studiren.

Als erstes Beispiel will ich den Leucit nehmen.

Dass das Mineral bei gewöhnlicher Temperatur nicht kubisch krystallisire, ist mit voller Strenge experimentell nachgewiesen (und dafür sind wir Herrn C. Klein zu Dank verpflichtet). Demgemäss besitzen wir eigentlich zwei Modificationen dieses Minerals, von welchen der eigentliche Leucit über 500° unzweifelhaft kubisch ist, während die andere (tetragonale?) den Metaleucit darstellt.

Nun pflegt man für den letzteren die Combination durch die Symbole

$$\underbrace{\{001\} \{400\}}_H \quad D \quad O \quad A \quad CA$$

darzustellen.

Mir sprang stets diese vollständig unmotivirte Aufstellung in die Augen. Es schien mir unzweifelhaft als die richtige, naturgemässe, diejenige, welche denselben Complex durch die Symbole

$$\underbrace{\{001\} \{400\}}_H \quad D \quad C$$

ausdrücken lässt.

Auf dem Standpunkte des angegebenen Grundprincips ist die Richtigkeit dieser Annahme streng bewiesen durch einfachen Vergleich der Symbole.

Bei der ersten Aufstellung ist die höchste Periode die dritte, bei der zweiten nur die zweite. Man sieht, dass zugleich die Anzahl der zonalen Symbole sich von fünf auf drei reducirt.

Als zweites Beispiel wollen wir die Aufstellung der Feldspäthe betrachten, welche in einer Reihe von Aufsätzen seitens des Verfassers eingehend discutirt worden sind.

Es wurde nämlich auf Grund verschiedenartigster physikalischer Eigenschaften dieser Mineralgruppe (von welchen einige speciell zu diesem Zwecke einer Untersuchung unterworfen wurden) die pseudotetragonale Natur erwiesen und demgemäss diejenige Aufstellung als die richtige anerkannt, für welche die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = -p_1 - 2p_3 : p_2 : p_1$$

gelten.

Wollen wir als anerkannte Formen diejenigen annehmen, welche in Goldschmidt's Krystallographischen Winkeltabellen (1897) für Albit, Anorthit und Orthoklas angegeben worden sind, so erhalten wir für diese Mineralgruppe folgenden Formencomplex¹⁾:

1) Da in den folgenden Symbolen derselbe Buchstabe sich oft mehrfach wiederholt, so erschien es geeignet, dieselben dadurch abzukürzen, dass a^2 für aa , a^3 für aaa u. s. f. gesetzt wurde.

Bei der älteren Aufstellung:

<i>H</i>	<i>A</i>	<i>Aa</i>	<i>Aa</i> ²	<i>Aa</i> ³	<i>Aa</i> ⁴	<i>Aa</i> ⁴ <i>α</i>	<i>Aa</i> ⁶	<i>Aa</i> ⁷
<i>D</i>	<i>B</i>	<i>Aα</i>	<i>Aaα</i>	<i>Aa</i> ² <i>α</i>	<i>Aa</i> ³ <i>α</i>		<i>Aa</i> ⁴ <i>γB</i>	<i>Aa</i> ⁶ <i>α</i>
<i>O</i>	<i>C</i>	<i>Aβ</i>	<i>Aaβ</i>	<i>AaγA</i>	<i>Aa</i> ³ <i>β</i>			<i>Aa</i> ⁵ <i>γB</i>
	<i>℥</i>	<i>Aγ</i>	<i>Aαb</i>	<i>Aαa</i> ²				<i>Aa</i> ⁴ <i>γAα</i>
		<i>CA</i>						
		<i>C</i> ²						
3	4	6	4	4	3	4	2	4

Bei der Aufstellung des Verfassers:

<i>H</i>	<i>A</i>	<i>Aa</i>	<i>Aa</i> ²	<i>Aa</i> ² <i>α</i>	<i>Aa</i> ⁴	<i>Aa</i> ² <i>γAβ</i>	<i>Aa</i> ⁶	<i>Aa</i> ⁶ <i>γ</i>
<i>D</i>	<i>B</i>	<i>Aα</i>	<i>Aαa</i>	<i>Aa</i> ² <i>c</i>	<i>Aa</i> ² <i>αc</i>		<i>Aa</i> ⁴ <i>γC</i>	
<i>O</i>	<i>C</i>	<i>Ab</i>	<i>Aα</i> ²	<i>Aa</i> ² <i>γ</i>	<i>Aa</i> ² <i>γC</i>			
		<i>Aβ</i>		<i>Aααα</i>	<i>Aαa</i> ² <i>α</i>			
		<i>Aγ</i>						
3	3	5	3	4	4	4	2	4

Dem oben aufgestellten Princip gemäss kann jetzt als bewiesen gelten, dass die Auffassung des Verfassers die richtigere ist. Obgleich für beide die höchste Periode die neunte ist, ergiebt sich die Anzahl der Formen bei der zweiten Aufstellung geringer, und zwar 26 statt 34. Es springt auch in die Augen, dass gerade die Anzahl der Formen IX. Periode bei der letzteren am meisten reducirt ist.

Die meisten der hier angegebenen Formen sind sehr seltene, und es kann schwerlich geleugnet werden, dass gerade diejenigen der höchsten Periode vielleicht nicht ganz genau gedeutet worden sind.

Wenn wir aber mit den verbreitesten Formen uns begnügen, so würden wir uns jedenfalls auf festerem Grunde befinden, und dann erweist sich der Schluss noch stärker motivirt.

Als solche Formen kann man sicher die folgenden aufzählen:

alte Aufstellung	(001)	(040)	(20 $\bar{1}$)	(024)	(40 $\bar{1}$)	(44 $\bar{1}$)	(440)	(4 $\bar{1}$ 0)
die des Verfassers	(400)	(040)	(004)	(4 $\bar{1}$ 0)	(404)	(444)	($\bar{1}$ 44)	($\bar{4}$ $\bar{1}$ 4)

respective in zonalen Symbolen ausgedrückt:

alte Aufstellung	<i>HDOA</i>
die des Verfassers	<i>HDO</i> .

Diese gewöhnlichen Formen sind bei der Aufstellung des Verfassers sämmtlich der ersten Periode angehörig, während bei der älteren Aufstellung die Formen (20 $\bar{1}$) und (024) der zweiten Periode angehören.

Ausser dem eben betrachteten Beispiele, aus welchem die pseudotetragonale Natur der Feldspäthe ganz klar zum Vorschein kommt, indem die richtige Aufstellung sich gerade als diejenige erweist, welche denselben als pseudotetragonalen zukommt, wäre von Interesse, noch ein Beispiel von

Krystallen einer isodimorphen Gruppe näher zu betrachten. Als solches wählen wir das der monoklinen und rhombischen Pyroxene.

Trotz des ganz scharf ausgesprochenen Isomorphismus haben wir hier einerseits monokline, andererseits rhombische Krystalle vor uns, und schon dem ersten Anschein nach können wir die ersteren als pseudorhombische betrachten. Wir haben dazu noch einen guten Grund in einer speciellen Aufstellung, wie dieselbe in manchen neuesten Zusammenstellungen wirklich angenommen wird¹⁾, wo die (axialen) Constanten wie folgt angegeben sind: $a = 1,0522$, $b = 1$, $c = 0,5917$; $\beta = 90^\circ 22'$, welche denen der rhombischen Pyroxene ganz nahe kommen, und diese wären unbedingt anzunehmen, falls das Mineral wirklich pseudorhombisch wäre.

Nun wollen wir zur Aufklärung dieser Frage die neue Methode anwenden und an diesem Beispiele die Anwendung derselben umständlich illustriren.

Zuerst müssen wir die Transformationsgleichungen für die Indices feststellen, welche sich als

$$q_1 : q_2 : q_3 = 2p_1 + p_3 : 2p_2 : 2p_3$$

bestimmen lassen.

Vermittelst dieser Gleichungen erhalten wir folgende Tabelle:

Zahlensymbole.		Zonale Symbole.		Zahlensymbole.		Zonale Symbole.	
Alte:	Neue:	Alte:	Neue:	Alte:	Neue:	Alte:	Neue:
001	102	H	A	401	902	Aa^2	$A\alpha a^3$
010	010	H	H	501	11.0.2	Aa^3	$A\alpha a^4$
100	100	H	H	301	502	Aa	$A\alpha a$
510	510	Aa^3	Aa^3	201	302	A	$A\alpha$
310	310	Aa	Aa	302	101	$A\alpha$	D
210	210	A	A	403	506	$Aa\alpha$	$Aa^3\alpha$
110	110	D	D	101	102	D	H
120	120	A	A	102	001	A	H
130	130	Aa	Aa	111	322	O	Ac
150	150	Aa^3	Aa^3	311	722	$A\gamma$	$A\alpha a\gamma$
170	170	Aa^5	Aa^5	711	15.2.2	$Aa^4\gamma$	$A\alpha a^5\gamma$
015	5.2.10	Aa^3	BCa	311	522	$A\gamma$	$A\alpha\gamma$
011	122	D	B	211	322	C	Ac
021	112	A	CA	111	122	O	B
041	182	Aa^2	$Aa^3\gamma A$	221	342	B	C^2
101	302	D	$A\alpha$	131	362	$A\gamma$	$\mathfrak{A}\gamma$
201	502	A	$A\alpha a$	252	352	$A\alpha\gamma$	BC
301	702	Aa	$A\alpha a^2$	121	342	C	C^2
702	401	$A\alpha a^2$	Aa^2	111	211	Aab	CA

1) Z. B. in P. Groth's tabellarischer Uebersicht der Mineralien 1898, S. 146.

Zahlensymbole.		Zonale Symbole.		Zahlensymbole.		Zonale Symbole.	
Alte:	Neue:	Alte:	Neue:	Alte:	Neue:	Alte:	Neue:
343	326	Ab	$\mathfrak{A}\gamma$	452	252	$A\gamma A$	$A\alpha\gamma$
421	442	C	CA	432	232	\mathfrak{A}	Ac
434	462	$A\gamma$	$Aa\gamma A$	432	032	\mathfrak{A}	$A\alpha$
451	410.2	$Aa^2\gamma$	$Aa^5\gamma A$	442	024	CA	A
449	44.2.18	$Aa^6\gamma$	$Aa\gamma Ba$	452	052	$A\gamma A$	$A\alpha a$
447	9.2.14	$Aa^4\gamma$	$AcBa$	244	582	CA	$A\beta a$
442	242	C	B	483	5.16.6	$CB\gamma$	$A\gamma Ba\gamma$
221	542	B	B^2	4.2.10	245	$Aa^5\gamma a$	$A\gamma A$
552	652	$A\alpha b$	$\mathfrak{A}b$	424	942	CA	$A\alpha\gamma A$
334	762	Ab	Bab	434	334	CB	Aac
444	982	Aab	$Aa\gamma Ab$	436	436	$\mathfrak{A}a$	$\mathfrak{A}c$
554	44.10.2	Aa^2b	$Aa^3\gamma Ab$	354	7.10.2	BA	$B^2\alpha$
334	562	Ab	Bab	342	442	\mathfrak{A}	CA
224	342	B	C^2	342	242	\mathfrak{A}	B
885	44.16.10	$Aa\alpha\beta$	$A\gamma Bac$	465	3.12.10	$Aa\gamma C$	$CA\gamma b$
332	232	$A\beta$	Ac	235	4.6.10	BC	$A\gamma Ba$
223	446	Ac	$\mathfrak{A}\alpha$	354	454	$A\gamma C$	$A\gamma B$
335	4.6.10	$Aabc$	$A\gamma Ba$	687	5.16.14	$Aa^3\gamma C$	C^2ab
442	042	C	A	347	4.8.14	AbC	Aa^3Ba
443	426	$A\gamma$	$Aa\gamma A$	732	832	$CA\gamma$	$A\gamma A\gamma$

Stellen wir diese Resultate tabellarisch nach den Perioden zusammen, so erhalten wir Folgendes:

Alte zonale Symbole:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
H	A	Aa	Aa^2	Aa^3		Aa^5	—	$Aa^6\gamma$
D	B	$A\alpha$	$Aa\alpha$	Aa^2b		$Aa^4\gamma$		$Aa^5\gamma a$
O	C	Ab	Aab	$Aa^2\gamma$		$Aa^3\gamma C$		
	\mathfrak{A}	$A\beta$	$A\alpha b$	$Aa\alpha\beta$				
		Ac	$A\alpha\gamma$	$Aa\gamma C$				
		$A\gamma$	AbC	$Aa\alpha^2$				
		BA	$A\gamma A$	$Aabc$				
		BC	$A\gamma C$					
		CA	$CA\gamma$					
		CB	$CB\gamma$					
		$\mathfrak{A}a$						
3	4	44	40	7	0	3	—	2

Neue zonale Symbole:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<i>H</i>	<i>A</i>	<i>Aa</i>	<i>Aa</i> ²	<i>Aa</i> ³	<i>Aa</i> ³ <i>α</i>	<i>Aa</i> ⁵	<i>Aα</i> ³ <i>γAb</i>	<i>Aa</i> ⁵ <i>γA</i>
<i>D</i>	<i>B</i>	<i>Aα</i>	<i>Aac</i>	<i>AaγA</i>	<i>AaγAb</i>	<i>Aa</i> ³ <i>Bα</i>		<i>Aαa</i> ⁵ <i>γ</i>
		<i>Ac</i>	<i>Aαa</i>	<i>Aαa</i> ²	<i>AaγBα</i>	<i>Aa</i> ³ <i>γA</i>		
		<i>B</i> ²	<i>Aαγ</i>	<i>Aαaγ</i>	<i>Aαa</i> ³	<i>Aαa</i> ⁴		
		<i>BC</i>	<i>Aβa</i>	<i>AcBα</i>	<i>AγBac</i>			
		<i>CA</i>	<i>AγA</i>	<i>AγAγ</i>	<i>AγBaγ</i>			
		<i>C</i> ²	<i>AγB</i>	<i>AγBα</i>				
		<i>ℳα</i>	<i>BAb</i>	<i>CAγb</i>				
		<i>ℳb</i>	<i>B</i> ² <i>α</i>	<i>C</i> ² <i>ab</i>				
		<i>ℳc</i>	<i>BCa</i>					
		<i>ℳγ</i>						
2	2	11	10	9	6	4	1	2
47								

Dem aufgestellten Princip zufolge muss zweifellos die alte Aufstellung als die richtigere erklärt werden. Daraus folgt von selbst der Schluss, dass die monoklinen Pyroxene keineswegs pseudorhombische Krystalle sind, sondern typisch monokline.

Was wird aber dann aus dem Isomorphismus, wenn zwei isomorphe Complexe verschieden aufgestellt werden müssen?

Mir scheint die Antwort darin zu liegen, dass hier eigentlich kein wirklicher Isomorphismus statthat, sondern die rhombischen Krystalle als molekular nach der Fläche (100) zusammengewachsene polysynthetische Zwillinge der monoklinen zu betrachten sind. Diese Hypothese ist bekanntlich auf eine Reihe wirklicher Thatsachen begründet, und es scheint, dass dieselbe durch das eben erhaltene Resultat noch stärkere thatsächliche Stütze findet.

Als letztes Beispiel wählen wir noch den Axinit, und zwar aus dem Grunde, weil gerade dieses Mineral sich als das schwierigste für die naturgemässe Aufstellung erwies. Infolge dessen entstand eine lange Reihe verschiedener Aufstellungen seines Complexes, und wir wollen jetzt die von Hintze in seinem Handbuche der Mineralogie (1897) 2, S. 490—494 gegebene Tabelle der verschiedenen Aufstellungen zu unserem Zwecke benutzen.

Diese Tabelle in zonalen Symbolen ausgedrückt, reducirt sich auf die folgende Aufstellung nach:

Miller	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>Aa</i>	<i>Aaα</i>	<i>Aa</i> ² <i>α</i>	<i>Aa</i> ³ <i>α</i>	<i>Aαa</i> ³ <i>α</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>Aα</i>	<i>Aα</i> ²	<i>AγAa</i>		<i>Abα</i> ³ <i>γ</i>
	<i>O</i>	<i>C</i>	<i>Aγ</i>	<i>AγA</i>			
		<i>ℳ</i>	<i>ℳα</i>				

Dana	H	A	Aa	Aa ²	Aa ³	Aa ³ c	AaγAcbα		
	D	B	Aα	AβB	Aa ² b	Aa ² γA			
	O	C	Ab	BCb	Aa ² c	Aaα ³			
	U	Aγ	CAa	Aa ² γ					
		BC		AaγA					
		CA							
Hessenberg	H	A	Aa	Aac	Aa ² β	Aa ³ β	Aaα ³ c	Aa ³ γAα ²	
	D	B	Aα	Aac	Aa ² γ				
	O	C	Ab	CAa					
	U	Ac							
		Aγ							
		CA							
Schrauf	H	A	Aa	Aac	Aa ² β	Aa ³ β	Aaα ³ c	Aa ⁴ γA	Aa ³ γAα ²
	D	B	Aα	Aac	Aa ² γ				
	O	C	Ab	CAa					
	U	Ac							
		Aγ							
		CA							
Frazer	H	A	Aα	Aa ²	Aα ³	Aa ⁴	Aa ³ γA	Aa ⁶	Aa ⁴ γAaγ
	D	C	CA	Aaα	AγAα	Aa ³ α	Aaα ⁴		
	U	C ²	Aab			Aa ³ γ	Uba ³ γ		
		Uα	Aa ²			AγAaγ			
			AβA						
			CBa						
Des Cloizeaux	H	A	Aa	Aaγ	Aa ³	Aaα ³	Aa ² cBβγ	Aa ⁷ γ	Aa ⁹ γ
	D	B	Aβ	AγA		Aa ² γC			
	O	C	Aγ	AγB					
	U	BC	BAβ						
		CB							
		Ub							
vom Rath	H	A	Aa	Aa ²	AabC	Aa ⁶	Aa ⁶ γ	Aa ⁷ γAα	
	D	C	Ac	BAβ	Aaγa	Aa ⁴ γA		Aa ¹⁰ γA	
	O	U	Aγ	CAγ	AαγB	Aa ³ γAα		Aαα ⁸ γAα	
			Ba	CAb	Acaα			Aa ¹⁰ γAα	
			BC		AγAα				
			CB		CBγβ				
			Uα						
			Ub						

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass sogar für eine längere Reihe von Aufstellungen es stets möglich ist zu entscheiden, welche von beliebigen

zweien die richtigere ist, d. h. zu einfacherer Deutung des Complexes führt, und welche in dieser Beziehung zurückbleibt.

Die Tabelle ist in natürlicher Reihe der Richtigkeit zusammengefasst.

Unzweifelhaft geht aus derselben hervor, dass die richtigste Aufstellung unter allen angegebenen diejenige von Miller und die unnatürlichste resp. unrichtigste diejenige von vom Rath ist.

In der Aufstellung von Miller sind in dem Complexe höchstens Formen VII. Periode, in derjenigen von Dana höchstens Formen VIII. Periode, in derjenigen von Schrauf höchstens Formen IX. Periode und dabei zusammen in der Anzahl 22 vertreten, in derjenigen von Hessenberg ebenfalls höchstens Formen IX. Periode vertreten, aber nur in der Anzahl 21 zusammengefasst. In der Aufstellung von Frazer sind höchstens Formen X. Periode, in derjenigen von Des Cloizeaux höchstens Formen XII. Periode und endlich in derjenigen von vom Rath bis zu Formen XV. Periode vertreten.

Ich wiederhole nochmals, dass das aufgestellte Princip noch nicht genügend ist, die absolute Richtigkeit der Aufstellung zu controliren, und nur auf die relative Richtigkeit hinweist. Demgemäss kann natürlich auch nicht behauptet werden, dass die Miller'sche Aufstellung der Krystalle des Axinit die endgültige ist. So lange aber, als Niemand eine noch bessere Aufstellung gefunden hat, haben wir kein wissenschaftliches Recht, für dieses Mineral eine andere Aufstellung als die Miller'sche zu gebrauchen.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, das Verdienst des Herrn Goldschmidt zu betonen, den ersten Schritt auf dem hier verfolgten Wege durch seine wichtige Arbeit »über Entwicklung der Krystallformen« (diese Zeitschr. 28, 1 f.) gethan zu haben. Obgleich der Verf., wie aus der logischen Entwicklung seiner Ansichten ersichtlich ist, ganz unabhängig auf denselben Weg gelangt ist, so stammen doch die ersten Gesetzmässigkeiten in dieser Richtung, welche auf Erfahrungsdaten begründet sind, von der erwähnten Arbeit Goldschmidt's her. Näheres darüber soll einer späteren Mittheilung vorbehalten bleiben.

IX. Krystallographisch-optische Studien an synthetisch dargestellten Verbindungen.

Von

A. Sachs in Breslau.

(Mit 13 Textfiguren.)

Die im Nachstehenden beschriebenen Substanzen wurden dem mineralogischen Institute der Universität Breslau zur Bearbeitung übersandt. Herr Prof. Dr. Hintze hatte die Güte, mir selbige zur Untersuchung zu überlassen.

1. d-Lyxose $C_5H_{10}O_5$.

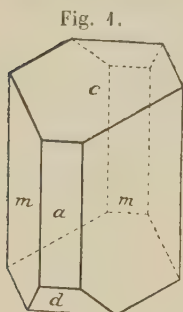
Dargestellt von Ruff und Ollendorff (vergl. Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 1798) durch Oxydation der d-Galaktonsäure mittelst Wasserstoff-superoxydlösung und Eisensalzes und Reinigung der Rohlyxose durch Ueberführung in das Benzylphenylhydrazon und Spaltung dieses mit Formaldehyd.

Krystalssystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,6076 : 1 : 1,8277; \beta = 117^\circ 50'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $d = \{\bar{1}01\}$.

Die wasserhellen, farblosen, äusserst hygroskopischen Krystalle sind meist gestreckt nach der Verticalen, seltener nach der Symmetrieaxe. Die Querfläche tritt stets zurück, ebenso fast stets die Hemidomenfläche gegen die Basis.



	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	$*70^\circ 45'$
$a : c = (100) : (001)$	$62^\circ 40'$	$61 \ 55$
$c : d = (001) : (\bar{1}01)$	$64 \ 59$	$64 \ 45$
$m : c = (110) : (001)$	—	$*74 \ 25$
$m : d = (110) : (10\bar{1})$	—	$*69 \ 40$

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; durch die Hemidomenfläche wurde der Austritt der ersten Mittellinie — Axe der grössten Elasticität — beobachtet.

Doppelbrechung ziemlich schwach.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten: $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

	für <i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Ti</i>
$2H =$	$85^{\circ} 40'$	$85^{\circ} 50'$	$85^{\circ} 45'$

2. Oxypiperidon $C_5H_9NO_2$.

Dargestellt von Emmerling (vergl. Ber. d. d. chem. Ges. 1899, **32**, 2682) durch Einwirkung von wässerigem Ammoniak auf Dibromvaleriansäure.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

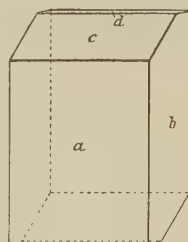
$$a : c = 1,1598 : 1; \beta = 114^{\circ}.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $d = \{\bar{1}01\}$.

Sämtliche Winkelmessungen mussten als Schimmermessungen ausgeführt werden.

Die farblosen, wasserhellen Krystalle sind tafelig nach der Querfläche ausgebildet, und zeigen gewöhnlich nur die Combination a , b , c , selten tritt $d(\bar{1}01)$ als schmale Abstumpfung der Kante a/c hinzu.

Fig. 2.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*66^{\circ}$ appr.
$d : a = (\bar{1}01) : (\bar{1}00) =$	$63\frac{1}{2}^{\circ}$	$63\frac{1}{2}$ -
$d : c = (\bar{1}01) : (001) =$	—	$*50\frac{1}{2}$ -

Spaltbarkeit vollkommen nach der Symmetrieebene.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; die erste Mittellinie, Axe der kleinsten Elasticität, nahezu senkrecht zur Querfläche. Eine optische Auslöschungsrichtung bildet auf der Symmetrieebene mit der Verticalen im Sinne eines hinteren Hemidomas einen Winkel von 7° .

Apertur der optischen Axen in Vaselineöl für

	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Ti</i>
$2H =$	$58^{\circ} 30'$	$58^{\circ} 48'$	$59^{\circ} 20'$

Aus den Brechungsquotienten des Vaselineöls: $n_{Li} = 1,4694$, $n_{Na} = 1,4724$, $n_{Ti} = 1,4743$, folgt die Apertur in Luft für

	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>Ti</i>
$2E =$	$91^{\circ} 46\frac{1}{2}'$	$92^{\circ} 33'$	$93^{\circ} 44'$

3. Hexamethylentetramin (Urotropin-Aminoform) $(CH_2)_6N_4$.

Dargestellt von Butlerow durch Ueberleiten von Ammoniak über Trioxymethylen (Ann. d. Chem. **115**, 322), später von Hofmann beim Zusammenbringen von Formaldehyd mit überschüssigem Ammoniak (Ber. d. d. chem. Ges. **2**, 452).

Krystallsystem: Regulär.

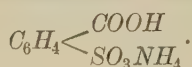
Beobachtete Form: $d = \{410\}$.

Die farblosen, sehr spröden Krystalle sind meist tafelig nach einer Rhombendodekaëderfläche ausgebildet.

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Optisch isotrop.

4. Saures Ammoniumsalz der Benzolsulfocarbonsäure



Dargestellt von Fahlberg und Remsen durch Verseifen von Saccharin mit Salzsäure, aber fälschlich von diesen als o-Sulfobenzoëssäure angesehen (vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **12**, 474 und **21**, 244); als saures Ammoniumsalz der Benzolsulfocarbonsäure erwiesen von Krannich (Privatmittheilung).

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,6686 : 1 : 1,2103.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $o = \{111\}$, $q = \{011\}$.

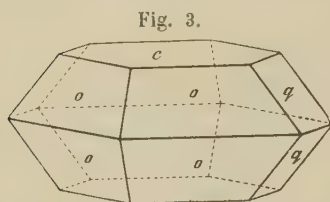


Fig. 3.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind stets tafelig nach der Basis ausgebildet, das Brachydoma tritt stets gegen die Pyramide zurück und ist häufig nur als schmale Abstumpfung vorhanden.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : o = (001) : (111) =$	—	$*65^{\circ}20'$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	—	$*60 \ 40$
$c : q = (001) : (011)$	$50^{\circ}26'$	$50 \ 25$
$o : o = (111) : (11\bar{1})$	$49 \ 20$	$49 \ 20$
$o : q = (111) : (011)$	$49 \ 4$	$48 \ 7$

Spaltbarkeit vorzüglich nach der Basis.

Ebene der optischen Axen (010). Erste Mittellinie die Brachydiagonale, Axe grösster Elasticität.

Durch die Basis wurde der stumpfe Winkel der optischen Axen in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten: $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

für	Li	Na	Ti
$2H =$	$150^{\circ}50'$	$151^{\circ}25'$	$151^{\circ}40'$

5. Benzophenonsulfosaures Ammoniak $C_6H_4 \begin{smallmatrix} \text{COC}_6\text{H}_5 \\ \text{SO}_3\text{NH}_4 \end{smallmatrix} + H_2O$.

Dargestellt von Krannich (Privatmittheilung) durch Einwirkung von Benzolsulfosäure auf Benzol bei Gegenwart von Aluminiumchlorid, Zersetzung der dabei entstehenden Aluminiumverbindung mit Wasser und Neutralisiren der Flüssigkeit mit Ammoniak, wobei das Aluminium gefällt wird.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

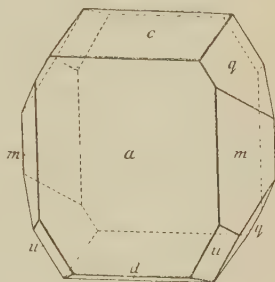
$$a : b : c = 1,9224 : 1 : 1,5921;$$

$$\beta = 108^\circ 20'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $a = \{100\}$, $m = \{110\}$, $q = \{011\}$, $d = \{203\}$, $u = \{211\}$.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind stets tafelig nach der Querfläche, und entweder nach der Verticalen oder nach der Symmetrieaxe gestreckt ausgebildet. Die Pyramidenflächen treten stets gegen das Klinodoma zurück, ebenso das Hemidoma gegen die Basis; meist ist letzteres nur als schmale Abstumpfung vorhanden.

Fig. 4.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*71^\circ 40'$
$a : m = (100) : (110)$	—	$*61^\circ 47'$
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$57^\circ 26'$	$57^\circ 22'$
$a : q = (100) : (011)$	$80^\circ 0'$	$80^\circ 5'$
$c : d = (001) : (\bar{2}03)$	$32^\circ 20'$	$32^\circ 15'$
$c : q = (001) : (011)$	—	$*56^\circ 30'$
$c : u = (001) : (\bar{2}11)$	$77^\circ 36'$	$77^\circ 25'$
$m : q = (110) : (011)$	$35^\circ 28'$	$35^\circ 30'$
$m : q = (\bar{1}10) : (011)$	$49^\circ 34'$	$49^\circ 27'$
$m : u = (\bar{1}10) : (\bar{2}11)$	$27^\circ 58'$	$28^\circ 20'$
$q : u = (011) : (\bar{2}11)$	$46^\circ 56'$	$46^\circ 40'$
$a : u = (100) : (\bar{2}11)$	$53^\circ 4'$	$53^\circ 18'$
$d : a = (\bar{2}03) : (100)$	$76^\circ 0'$	$76^\circ 5'$
$d : u = (\bar{2}03) : (\bar{2}11)$	$55^\circ 52'$	$55^\circ 50'$

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach der Basis.

Doppelbrechung schwach, Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene.

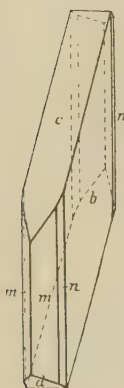
Auf einem nach der Symmetrieebene angefertigten Schlitze bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Verticalen im Sinne eines hinteren Hemidomas einen Winkel von etwa 40° für Na -Licht.

6. Ceriammoniumnitrat $Ce(NO_3)_4 \cdot 2NH_4NO_3$.

Dargestellt von Meyer und Jacoby (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 2135) nach den Angaben von Holzmann (Journ. f. prakt. Chem. **84**, 79).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Fig. 5. $a : b : c = 2,4668 : 1 : 2,3904$; $\beta = 129^\circ 52'$.



Beobachtete Formen: $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $n = \{120\}$, $d = \{101\}$.

Die röthlichgelben bis morgenrothen, äusserst hygroskopischen Krystalle sind gestreckt nach der Verticalen und tafelig nach der Symmetrieebene ausgebildet. Fast alle untersuchten Krystalle sind verzwilligt nach der Basis; sehr häufig sind polysynthetische Zwillinge nach diesem Gesetze. Von den Verticalprismen ist das zum primären gewählte gewöhnlich vorherrschend. Auch ein Klinodoma wurde beobachtet, konnte aber wegen seiner Kleinheit nicht gemessen werden.

Sämmtliche Messungen mussten als Schimmermessungen ausgeführt werden.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : b = (110) : (010) =$	—	$*27^\circ 50'$
$m : c = (110) : (001)$	—	$*72 \ 35$
$m : d = (110) : (\overline{1}01)$	$69^\circ 40'$	—
$c : d = (001) : (\overline{1}01)$	—	$*63 \ 0$
$n : b = (120) : (010)$	$44 \ 48$	$45 \ 25$
$n : c = (120) : (001)$	$80 \ 34$	84 appr.
$n : d = (120) : (\overline{1}01)$	$84 \ 44$	$83 \ 55$

Spaltbarkeit unvollkommen nach der Basis, die Krystalle sind sehr spröde.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; die Symmetriearcaxe erste Mittellinie und Richtung kleinster Elasticität. Doppelbrechung ziemlich schwach. Auf der Symmetrieebene bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Verticalen im Sinne eines vorderen Hemidomas einen Winkel von

46° (für Li), 49° (für Na), 24° (für Tl).

Durch die Symmetrieebene wurde der scheinbare Winkel der optischen Axen in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten: $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Tl} = 1,5045$) beobachtet:

Li	Na	Tl
$2H = 66^\circ 29'$	$66^\circ 0'$	$67^\circ 40'$

7. Magnesium-Thoriumnitrat $MgTh(NO_3)_6 \cdot 8H_2O$.

Dargestellt von Meyer und Jacoby durch Vermischung von Thoriumnitrat und Magnesiumnitrat in salpetersaurer Lösung unter bestimmten Bedingungen (Vorläufige Mittheil.: Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 2435).

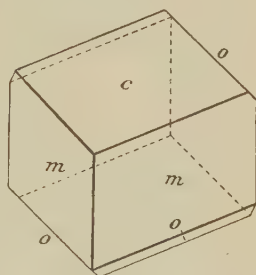
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,0254 : 1 : 0,8640; \quad \beta = 119^\circ 4'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $m = \{110\}$,
 $o = \{11\bar{1}\}$.

Die farblosen, wasserhellen, äusserst hygroskopischen Krystalle sind theils nach der Verticalen, theils nach der Klineaxe gestreckt. Stets untergeordnet erscheint die Pyramidenfläche, die an den beiden der Messung zugänglichen Individuen in asymmetrischer Ausbildung, nur mit einem Paar paralleler Flächen beobachtet wurde; da aber das optische Verhalten und die Winkelwerthe auf das monosymmetrische System hinweisen, wurde diese Theilfächigkeit bei der Bestimmung des Systems nicht weiter berücksichtigt.

Fig. 6.



	Berechnet:	Beobachtet:
$c : m = (001) : (110) =$	—	$68^\circ 50'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	—	$83 \text{ } 45$
$c : o = (001) : (11\bar{1})$	—	$60 \text{ } 45$
$m : o = (110) : (11\bar{1})$	$78^\circ 28'$	$78 \text{ } 45$

Doppelbrechung schwach, negativ.

Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene. Durch die Basis wurde der Winkel der optischen Axen in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

für Li	Na	Ti
$2H = 36^\circ 10'$	$37^\circ 5'$	$37^\circ 45'$

8. Zink-Thoriumnitrat $ZnTh(NO_3)_6 \cdot 8H_2O$.

Dargestellt von Meyer und Jacoby durch Vermischung von Thoriumnitrat und Zinknitrat in salpetersaurer Lösung unter bestimmten Bedingungen (Vorläufige Mittheil.: Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 2435).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b = 1,0437 : 1; \quad \beta = 118^\circ 36'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $m = \{110\}$.

Die farblosen, wasserhellen, äusserst hygroskopischen Krystalle sind tafelig nach der Basis ausgebildet. Nach Habitus (vergl. Fig. 6, doch ohne o)

und den folgenden Winkeln scheint das Zinksalz mit dem a. vor. S. beschriebenen Magnesiumsalze isomorph zu sein.

Beobachtet:

$$m : c = (110) : (001) = *69^{\circ} 20'$$

$$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = *85^{\circ} 0'$$

Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Doppelbrechung schwach, negativ. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetricebene, die erste Mittellinie tritt fast senkrecht auf der Basis aus. Durch diese wurde der Axenwinkel in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

für Li	Na	Ti
$2H = 49^{\circ} 0'$	$49^{\circ} 20'$	$49^{\circ} 40'$

9. Basisches Kaliumquecksilbernitrit $[Hg(NO_2)_5]K_3 + H_2O$.

Dargestellt von Rosenheim und Oppenheim (vergl. Oppenheim, »Ueber die Doppelnitrite einiger Metalle«, Inauguraldissertation, Berlin 1900) durch Vermischen von Quecksilberoxydnitrat mit überschüssigem Kaliumnitrit unter Hinzufügung von nur wenig Wasser, Trennung von dem sich abscheidenden gelben Quecksilberoxyd und Eindunsten der Lösung über Schwefelsäure im Vacuum.

Die Krystalle erwiesen sich identisch mit den von Lang und Fock (diese Zeitschr. **17**, 187) bestimmten eines Kaliumquecksilbernitrits, welches durch Vermischen concentrirter Lösungen von Quecksilbernitrit und Kaliumnitrit im Ueberschusse erhalten worden war. Diesem Salze war die Formel $Hg(NO_2)_2 \cdot 2KNO_2$ zugeschrieben worden. An den vorliegenden Krystallen konnten die optischen Beobachtungen erweitert werden.

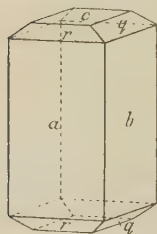
Krystallsystem: Rhombisch.

Fig. 7.

$$a : b : c = 0,8594 : 1 : 0,7581.$$

Beobachtete Formen: $a = \{400\}$, $b = \{040\}$, $c = \{001\}$, $q = \{044\}$, $r = \{401\}$.

Die äusserst kleinen, durchsichtigen, schwach gelblich gefärbten Krystalle sind meist gestreckt nach der Verticalen. Neben den Pinakoiden und Domenflächen wurde auch eine Pyramide beobachtet, die aber wegen ihrer Kleinheit nicht messbar war.



	Berechnet:	Beobachtet Sachs:	Fock:
$a : r = (400) : (401) =$	—	$*48^{\circ} 35'$	$48^{\circ} 39'$
$b : q = (040) : (044) =$	—	$*52^{\circ} 50'$	$52^{\circ} 35'$
$r : q = (401) : (044) =$	$53^{\circ} 47'$	$53^{\circ} 40'$	$53^{\circ} 43'$
$r : c = (401) : (001) =$	$44^{\circ} 25'$	$44^{\circ} 20'$	$44^{\circ} 24'$
$q : c = (044) : (001) =$	$37^{\circ} 40'$	$37^{\circ} 40'$	$37^{\circ} 25'$

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Doppelbrechung ziemlich schwach; Ebene der optischen Axen ist die Basis; die Brachydiagonale die erste Mittellinie und Richtung kleinster Elasticität.

Durch die Querfläche wurde der Winkel der optischen Axen in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten: $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

für <i>Li</i>	<i>Na</i>	: <i>Ti</i>
$2H = 92^{\circ} 40'$	$92^{\circ} 20'$	$94^{\circ} 30'$

10. Kobaltrhodanid $Co(SCN)_2 + 3H_2O$.

Dargestellt von Rosenheim (Privatmittheilung) durch Absättigung von 10 % Rhodanwasserstoffsäure mit Kobaltcarbonat auf dem Wasserbade und Eindunsten der filtrirten Lösung über Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur.

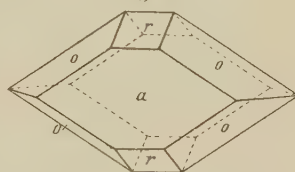
Krystalssystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,2302 : 1 : 0,5824.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $o = \{111\}$, $r = \{101\}$.

Die tiefdunkelvioletten, äusserst hygroskopischen Krystalle sind tafelig nach der Querfläche ausgebildet. Die Domenflächen treten gegen die der Pyramide bedeutend zurück, fehlen oft gänzlich. Eine zweite steilere Pyramide wurde als Abstumpfung der Kante $(100) : (111)$ beobachtet, konnte aber nicht gemessen werden.

Fig. 8.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : r = (100) : (101) =$	—	$*64^{\circ} 40'$
$a : o = (100) : (111)$	—	$*67 \ 45$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$55^{\circ} 30'$	$55 \ 24$
$o : o = (111) : (11\bar{1})$	$106 \ 14$	$106 \ 25$

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Ebene der optischen Axen wahrscheinlich die Basis.

Eine nähere optische Untersuchung gestattete die ausserordentlich geringe Lichtdurchlässigkeit nicht.

11. Kaliumosmiumbromid K_2OsBr_6 .

Dargestellt von Rosenheim und Sasserath (Zeitschr. f. anorg. Chem. 21, 135) durch doppelte Umsetzung von Kaliumbromid mit einer concentrirten Lösung des Natriumsalzes, welches sie durch Einwirkung von trockener, gasförmiger Bromwasserstoffsäure auf das schwefligosmiumsaure

Natrium, oder besser durch Zersetzung desselben durch siedende concentrirte Bromwasserstoffsäure (spec. Gew. 4,45) erhielten.

Krystallsystem: Regulär.

Die äusserst kleinen Krystalle sind bräunlichschwarz, metallglänzend, vollkommen undurchsichtig. Herrschend ist das Oktaëder; die untergeordneten Würfelflächen sind selten vollzählig. Die Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 70^{\circ}20' - 70^{\circ}40'$		$70^{\circ}32'$
$(111) : (001) = 54\ 35 - 55\ 0$		$54\ 44$

Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

12. Osmitetetrachlorschwefligsaures Kalium $\left[\begin{smallmatrix} Os(SO_3)_4 \\ Cl_4 \end{smallmatrix} \right] K_6H_2$.

Dargestellt von Rosenheim (vergl. Zeitschr. f. anorg. Chem. **24**, 422), indem er Kaliumosmiumchlorid in der Kälte in verschlossener Flasche unter häufigem Umschütteln mit einer Lösung von Kaliumsulfid längere Zeit stehen

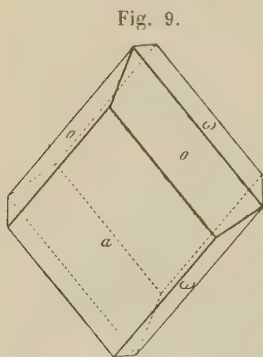
liess und die allmählich entstehende hellgelbe Lösung des schwer löslichen Doppelchlorids im Vacuumexsiccator über Schwefelsäure eindunstete.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 4,7243 : 4 : 4,1729; \beta = 105^{\circ}44'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $o = \{111\}$, $\omega = \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$.

Die tiefrothen, wenig lichtdurchlässigen Krystalle sind fast stets dünntafelig nach der Querfläche ausgebildet. Von den Pyramidenflächen sind die vorderen herrschend.



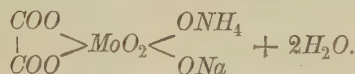
	Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) =$	—	$*79^{\circ}40'$
$a : o = (100) : (111)$	—	$*57\ 20$
$a : \omega = (100) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*74\ 35$
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$48^{\circ} 5'$	$48\ 5$
$\omega : \omega = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$94\ 24$	$94\ 20$
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$74\ 13$	$74\ 12$

Die Krystalle sind äusserst spröde. Spaltbarkeit wurde nicht wahrgenommen.

Auch optisch wurde die Zugehörigkeit zum monosymmetrischen Systeme festgestellt, indem eine Auslöschungsrichtung auf der Querfläche die auf dieser von der Trace der positiven bezw. negativen Pyramiden gebildeten Winkel halbirte; die Lage der optischen Axenebene jedoch war infolge der geringen Lichtdurchlässigkeit nicht erkennbar.

Auf einem parallel der Symmetrieebene angefertigten Schliffe bildet eine Auslöschungsrichtung mit der durch die Lage der Querfläche gegebenen Verticalen im Sinne eines vorderen Hemidomas einen Winkel von 8° für Na -Licht.

13. Molybdänoxalsaures Natrium-Ammonium



Dargestellt von Rosenheim (vergl. Zeitschr. f. anorg. Chem. 4, 366) durch Einwirkung von einem Molekül sauren oxalsauren Ammons auf ein Molekül einer Schmelze von Natriumdimalybat.

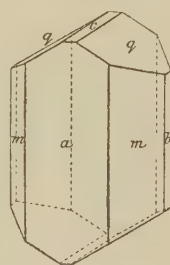
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6748 : 1 : 0,5600; \beta = 94^\circ 48'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $q = \{011\}$.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind tafelig nach der Querfläche und gestreckt nach der Verticalen; die Querfläche ist oscillatorisch nach dem Prisma m gestreift. Längsfläche und Basis sind meist nur als schmale Abstumpfungen vorhanden.

Fig. 40.



	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	$67^\circ 50'$	$67^\circ 50'$
$m : a = (110) : (100) =$	—	$*33 \ 55$
$m : q = (110) : (011) =$	—	$*70 \ 55$
$c : a = (001) : (100) =$	$85 \ 12$	—
$c : q = (001) : (011) =$	—	$*29 \ 40$
$q : a = (011) : (100) =$	$85 \ 49$	$85 \ 40$

Spaltbarkeit unvollkommen nach der Symmetrieebene.

Doppelbrechung ziemlich stark.

Die Dispersion der Elasticitätsachsen für die verschiedenen Farben ist bedeutend; auf der Symmetrieebene bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Verticalen im Sinne eines vorderen Hemidomas einen Winkel von

$$\begin{array}{ll} 23^\circ & \text{für gelbes Licht (Na),} \\ 24^\circ & \text{rothes - (Li),} \\ 48^\circ & \text{grünes - (Tl).} \end{array}$$

Ebene der optischen Axen wahrscheinlich die Symmetrieebene, obwohl es nicht gelang, einen Axenaustritt direct zu beobachten. Man sieht nämlich durch die Querfläche das Mittelfeld einer Interferenzfigur bei einer der oben angegebenen Lagen der Hauptschwingungsrichtungen in der Symmetrieebene entsprechenden Schiefstellung der Platte (in Cedernholzöl). Bei gerader Stellung der Platte entdeckt man durch die Querfläche ein Curven-

system, welches die Lage der optischen Axen in der Symmetrieebene anzudeuten scheint. In Bestätigung dessen zeigt eine parallel der Symmetrieebene geschliffene Platte zwar das Mittelfeld einer Interferenzfigur, orientiert nach den Hauptschwingungsrichtungen; doch war beim Drehen um diese Richtungen weder ein Austritt der optischen Axen, noch eine auf diese hindeutende Gruppierung der Curven zu beobachten.

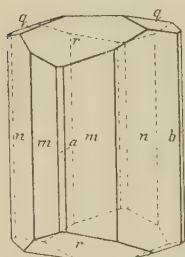
14. Vanadinoxalsaures Natrium $NaO \cdot VO = (COO \cdot COONa)_2 + 7H_2O$.

Dargestellt von Rosenheim (vergl. Zeitschr. f. anorg. Chem. **4**, 370) durch Digeriren von einem Molekül normalem Natriumvanadat: $Na_2O \cdot V_2O_5$, mit vier Molekülen saurem Natriumoxalat.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,7133 : 1 : 0,3588.$$

Fig. 11.



Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $m = \{110\}$, $n = \{120\}$, $r = \{101\}$, $q = \{021\}$.

Die gelbbraunen, durchsichtigen, an der Luft zerfließlichen Krystalle sind gestreckt nach der Verticalen; an allen sind die Prismen vorherrschend, die Pinakoidflächen treten zurück und sind an manchen Krystallen nur als schmale Abstumpfung wahrnehmbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : a = (110) : (100) =$	—	$*35^{\circ}30'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$71^{\circ} 0'$	$71 \quad 0$
$m : n = (110) : (120)$	$49 \quad 28$	$49 \quad 25$
$n : n = (120) : (1\bar{2}0)$	$109 \quad 56$	$109 \quad 50$
$n : b = (120) : (010)$	$35 \quad 2$	$35 \quad 5$
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	$53 \quad 24$	$53 \quad 30$
$r : m = (101) : (110)$	$68 \quad 33$	$68 \quad 20$
$q : q = (021) : (0\bar{2}1)$	—	$*71 \quad 20$
$q : n = (021) : (120)$	$61 \quad 29$	$61 \quad 30$
$r : q = (101) : (021)$	$43 \quad 28$	$43 \quad 30$

Deutliche Spaltbarkeit nicht vorhanden.

Doppelbrechung ziemlich stark.

Ebene der optischen Axen ist die Querfläche; erste Mittellinie, Axe der grössten Elasticität ist die Verticalaxe. Die Dispersion ist ausserordentlich stark: durch einen Schliff nach der Basis wurde der scheinbare Axenwinkel in Cedernholzöl (dessen Brechungsquotienten: $n_{Li} = 1,4979$, $n_{Na} = 1,5033$, $n_{Ti} = 1,5045$) gemessen zu:

Li	Na	Ti
$2H = 62^{\circ}40'$	$63^{\circ}50'$	$66^{\circ}0'$

15. Antimonobioxalsaures Natrium $Sb \begin{smallmatrix} \swarrow OH \\ \searrow \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} (COO-COONa)_2 + 2H_2O. \end{smallmatrix}$

Dargestellt von Bierbrauer (vergl. Zeitschr. f. anorg. Chem. **20**, 299) als Nebenproduct bei der Herstellung eines Natriumantimonoxalates: $Sb \equiv (COO \cdot COONa)_3 \cdot 5H_2O$ durch vorsichtiges Absättigen auf dem Wasserbade von saurem oxalsaurem Natron mit frisch gefällter antimoniger Säure.

Krystalssystem: Asymmetrisch-(pedial?).

$$a : b : c = 1,0058 : 4 : 1,0050;$$

$$\alpha = 90^\circ 32' \quad A = 90^\circ 35'$$

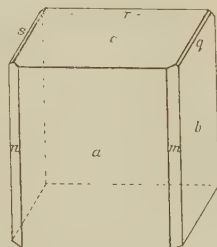
$$\beta = 111 \ 24 \quad B = 111 \ 25$$

$$\gamma = 90 \ 2 \quad C = 90 \ 15$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $n = \{1\bar{1}0\}$, $r = \{\bar{1}01\}$, $s = \{0\bar{1}1\}$, $q = \{011\}$.

Die farblosen, durchsichtigen, sehr unvollkommen ausgebildeten Krystalle sind theils nach der Längsfläche, theils nach der Querfläche tafelig ausgebildet. Nicht an allen Krystallen, und meist nicht zusammen, treten Domen- und Prismenflächen auf. Die Form $r = \{\bar{1}01\}$ liess an den beobachteten Krystallen die Gegenfläche vermissen. Auch Pyramidenflächen kommen — wenn auch selten — vor, konnten aber nicht gemessen werden. Infolge von Oscillation nach diesen ist auf Basis und Querfläche eine deutliche Streifung bemerkbar.

Fig. 42.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : b = (100) : (010) =$	—	*89° 45'
$a : c = (100) : (001)$	—	*68 35
$b : c = (010) : (001)$	—	*89 25
$a : m = (100) : (110)$	43° 0'	43 0
$b : m = (010) : (110)$	—	*46 45
$c : m = (001) : (110)$	74 40	74 15
$a : n = (100) : (1\bar{1}0)$	43 15	42 45
$b : n = (010) : (1\bar{1}0)$	47 0	47 30
$c : n = (001) : (1\bar{1}0)$	74 56	74 30
$a : r = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	55 45	55 45
$b : r = (010) : (\bar{1}01)$	89 42	89 30
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	—	*55 40
$a : q = (100) : (011)$	74 27	74 40
$b : q = (010) : (011)$	46 36	46 25
$c : q = (001) : (011)$	42 49	43 0
$a : s = (100) : (0\bar{1}1)$	74 38	—
$b : s = (010) : (0\bar{1}1)$	47 43	47 40
$c : s = (001) : (0\bar{1}1)$	43 22	42 55

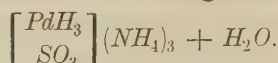
Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Doppelbrechung sehr stark.

Eine optische Axe tritt auf der Längsfläche nahezu senkrecht aus.

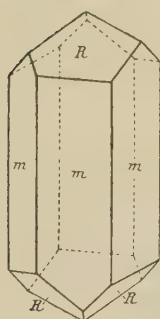
Auf der Querfläche bilden die Auslöschungsrichtungen mit der Verticalen einen Winkel von etwa 45° .

16. Palladiumchloroschwefligsaures Ammonium



Dargestellt von Rosenheim und Itzig (vergl. Zeitschr. f. anorg. Chem. 23, 30), indem sie durch eine concentrirte Lösung von neutralem Ammoniumsulfid Ammoniumpalladiumchlorür $(NH_4)_2PdCl_4$ auflösten und die tiefrothe Lösung über Schwefelsäure stehen liessen.

Fig. 13.



Krystallsystem: Hexagonal - rhomboëdrisch - tetartoëdrisch.

$$a : c = 4 : 0,8923.$$

Beobachtete Formen: $m = \{40\bar{1}0\}$, $R = \{54\bar{6}6\}$.

Die dunkelfeuerrothen, durchsichtigen Krystalle sind gestreckt nach der Verticalen und meist tafelig nach einer Prismenfläche ausgebildet. Am Ende stets das auf die Prismenfläche schief aufgesetzte Rhomboëder von Zwischenstellung.

Sämmtliche Messungen mussten als Schimmermessungen ausgeführt werden.

	Berechnet:	Beobachtet:
$R : R = (\bar{5}4\bar{6}6) : (\bar{6}546) = 73^\circ 32'$		$74^\circ 0'$ appr.
$R : m = (\bar{5}4\bar{6}6) : (40\bar{1}0) = 46^\circ 57'$		$46^\circ 25'$
$R : m = (\bar{5}4\bar{6}6) : (04\bar{1}0) = \text{—}$		$*64^\circ 45'$
$R : m = (\bar{5}4\bar{6}6) : (4\bar{1}00) = 75^\circ 38'$		$75^\circ 45'$

Spaltbar nach dem als Krystallfläche nicht auftretenden Prisma zweiter Ordnung. Doppelbrechung stark und positiv.

Lebhaft pleochroitisch; der ordentliche Strahl röthlichgelb, der ausserordentliche dunkel carminroth. Letzterer wird so stark absorbirt, dass bei einem Prisma von $30^\circ 53'$ bei gelbem Lichte nur das Bild des ordentlichen Strahles wahrgenommen werden konnte.

Brechungsquotient $\omega = 1,6430$ für Natriumlicht.

X. Ueber das Glaukisiren verschiedener Feldspäthe¹⁾.

Von

C. Viola in Rom.

(Hierzu Tafel III.)

Das Wort »Schillern« wird wohl in der allgemeinsten Bedeutung dafür angewandt, um eine innere oder secundäre Reflexion eines Körpers auszudrücken, ohne Rücksicht auf die Farbe, welche reflectirt wird. Labradorisiren muss auf die Erscheinung des Schillerns beschränkt werden, bei welchem mehrere Farben gleichzeitig reflectirt werden, wie es ganz besonders die amerikanischen Labradorfeldspäthe thun. Irisiren bezeichnet das Auftreten aller Farben des Sonnenspectrums und ist eine mit den Newton'schen Farben gleichbedeutende Erscheinung. Aventurisiren hingegen beschränkt sich auf die innere, von vereinzeltten Punkten ausgehende Reflexion, wie sie gerade das sogenannte Aventuringlas zeigt. Sobald in dem Schillern das zurückgeworfene Licht die blaue Farbe des Himmels hat, scheint es mir, dass das allgemeine Wort »Schillern« nicht am Platze ist, auch deshalb nicht, weil die Erscheinung eine verschiedene ist; man müsste sie eigentlich »Blauschillern« nennen.

Nun möchte ich aber dieses Wort »Blauschillern« mit Glaukisiren²⁾ übersetzen, was mir sehr einleuchtend vorkommt. In der That nennt Reusch das von ihm erfundene und benutzte Instrument, mit dem man diese Erscheinungen des Schillerns studirt, »Glaukoskop«.

Das Schillern der Mineralien ist lange bekannt; der Erste aber, der sich mit dieser Erscheinung wissenschaftlich beschäftigt hatte, war Brewster (Philosoph. Trans. 1844, 397). Er fand, dass die Ursache des Schillerns in der aus den feinsten Blättchen von verschiedener Lage und Dicke be-

1) Das hier verwendete Material gehört dem mineralogischen Museum in München, und der Verfasser hat die hier beschriebenen Beobachtungen hauptsächlich in München ausgeführt.

2) Nach dem Vorschlage des Herrn Prof. Dr. C. Furrer in Zürich. Italienisch wäre wohl besser »glaucheggiare« statt »gattechiare«.

stehenden Oberfläche liegt, die nach ihrer wechselnden Stellung gegen das Auge bald dieses, bald jenes farbige Licht nach Art der Seifenblasen reflectirt. Das Schillern der Mineralien ist auf die Farbe dünner, im Inneren befindlichen Blättchen zurückzuführen.

J. F. Ch. Hessel, Die Farbenerscheinungen am Labrador und Adular. Karsten's Archiv 1827, **10**, 273, und Poggendorff's Ann. 1850, **79**, 442. Mit der Theorie dieser schönen Erscheinung hat sich Hessel nicht beschäftigt; er hat aber festgestellt und eingehend untersucht, dass das Schillern eine Erscheinung ist, die von inneren Durchgängen herrührt.

Nils Nordenskjöld, Untersuchungen einiger neuer Phänomene beim Farbenspiel des Labradors. Kongl. Vet. Akad. Handling. — Pogg. Ann. 1830, **19**, 479. J. Senff, Der Finnländische Labrador. Pogg. Ann. 1829, **17**, 352.

Nach Nordenskjöld und Senff besteht das Schillern in einer Erscheinung, welche auf der Oberfläche ihren Ursprung hat, so schwer man auch beim Betrachten die entgegengesetzte Meinung aufgeben möge, dass dasselbe von einer Brechung des Lichtes innerhalb des Krystalles und darauf folgender Reflexion an inneren Durchgangsflächen herrühre.

Th. Scheerer (Untersuchung des Sonnensteins. Pogg. Ann. 1844, **64**, 453) glaubt, dass das Farbenspiel des Labradors von Einschlüssen herrühre, die Eisenglanzblättchen sein können.

Gehler's physik. Wörterbuch 1844, **10**, 2448, Kapitel »Zurückwerfung«, bearbeitet von Müncke. Dieser führt die Ansicht Brewster's an und beschreibt die Erscheinung des Schillerns, welche bei verschiedenen Körpern auf der Oberfläche derselben beobachtet werden. Das eigenthümliche Farbenspiel der Opale dürfte von den feinen Zwischenräumen im Inneren derselben abzuleiten sein, die in Folge des Blätterdurchganges im Inneren vorhanden sind, und in welche sogar Flüssigkeiten wie beim Hydrophan eindringen; denn auch bei verschiedenen Stücken des isländischen Doppelspathes zeigt sich ein schillerartiges Farbenspiel im Inneren.

Jedenfalls hat Müncke mannigfaltige Erscheinungen unter Schillern zusammengeworfen, die auf verschiedene Weise zu erklären sind.

E. Reusch, Ueber das Schillern gewisser Krystalle. Pogg. Ann. **116**, 392; **118**, 256; **120**, 95.

Genauere Beobachtungen und Messungen sind von Reusch ausgeführt worden. Er untersuchte das Schillern des Adulars vom Zillerthal, des Mondsteins von Ceylon und der amerikanischen Labradorite und tritt der Erscheinung noch näher, als es Hessel gelungen war; er beobachtete zwei Arten von Schillern in dem Mondstein von Ceylon, nämlich ein Reflexionschillern, das katoptrisches Schillern, und ein durchgehendes Schillern, das dioptrisches Schillern genannt wird.

Reusch bemerkte ferner, dass das durchgehende Licht die Comple-

mentärfarbe zeigt von derjenigen des schillernden Lichtes, nur sind solche Complementärfarben beim Labrador schwer zu sehen. Reusch verwirft die Erklärung von Nordenskjöld über die Erscheinung des Schillerns und nimmt an, dass das Schillern auf die Reflexion durch die inneren Durchgänge zurückzuführen ist. Wahrscheinlich ist das Schillern nach Reusch gar keine andere Erscheinung als diejenige der dünnen Blättchen, die in bestimmten inneren Durchgängen zu Stande kommt.

Warum aber die durchgehende Farbe complementär der Reflexionsfarbe bei dem Schillern ist, untersucht Reusch nicht.

Albr. Schrauf, Studien an der Mineralspecies Labradorit. Sitz.-Ber. d. math.-naturw. Cl. d. k. k. Akademie der Wiss. zu Wien, 1869, **60**, I, 996—1053.

Schrauf untersucht das Schillern eigentlich nicht, sondern versucht die Natur der das Schillern hervorbringenden Einschlüsse zu bestimmen. Da aber die das sogenannte Schillern und das Labradorisiren bedingenden Interpositionen nicht einmal mit der stärksten Vergrößerung gesehen werden, so hilft sich Schrauf dadurch, die das Aventurisiren hervorrufenden Einschlüsse zu untersuchen und zu bestimmen, und in einem gewissen Grade gelingt es ihm auch. Solche Einschlüsse können Augit, Eisenglanz, Magnetit und Pikotit (Mikroplakite), Diallag und Bronzit (Mikrophyllite), Feldspath, Quarz, Calcit sein. Nach Schrauf ist das Aventurisiren auf die Erscheinung dünner Blättchen zurückzuführen; wie aber daraus das Labradorisiren und das Blauschillern zu erklären wäre, kann man aus seinen Untersuchungen nicht entnehmen.

Leider hat Schrauf mit seinem guten Material nicht den von Reusch angedeuteten Hauptpunkt des Schillerns untersucht, dass nämlich das durchgehende Licht die Complementärfarbe desjenigen des Schillerns hat.

Dass das Labradorisiren eine Erscheinung der dünnen Blättchen sei, ist eine Meinung, die oft untersucht worden ist. Wir haben schon Schrecker erwähnt. Dahin sprechen sich auch G. Rose (Ueber die Gabbroformation von Neurode in Schlesien. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1867, **19**, 276), R. Hagge (Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro etc. Kiel 1871), F. Zirkel (geologische Skizzen von der Westküste Schottlands, Zeitschrift d. d. geol. Ges. 1871, **23**, 43), H. Rosenbusch (Physiogr. 1895, **1**, III. Auf., 675), F. Zirkel (Lehrb. d. Petrogr. 1893, **1**, 236) aus.

Alle bis jetzt vorgenommenen Untersuchungen über das Schillern, Labradorisiren etc. gingen von der Annahme aus, dass die Erscheinung in einer Reflexion und darauf folgenden Interferenz des Lichtes bestehe; die Feststellung einer Hauptreflexionsebene und einer Reflexionsnormalen durch Reusch hat diese Annahme gewissermassen bestätigt. Sie wäre auch insofern berechtigt, als die kleinen eingeschlossenen Theilchen gross genug

sind, dass an ihnen die Reflexion nach den bekannten Gesetzen erfolgen kann. Sobald aber die Einschlüsse so klein werden, dass sie mit der Wellenlänge des violetten Lichtes zu vergleichen sind, gelten die Gesetze der Reflexion und der Lichtbrechung nicht mehr, und das Licht erfährt eine Beugung und die damit verbundene Diffusion.

Mondstein.

Das Mineral von Ceylon, welches den Namen »Mondstein« trägt, ist eigentlich ein Gestein, nämlich Pegmatit ohne weissen Glimmer. Quarzkörner sind in den grossen Feldspathkrystallen eingeschlossen und eingewachsen. Die Spaltungen des Feldspathes sind wellenförmig, vielleicht in Folge des eingeschlossenen Quarzes. Er ist gewöhnlich milchweiss und unterscheidet sich dadurch sehr gut von dem durchsichtigen Quarz. Man kann nicht sagen, dass der Mondstein aus einem bestimmten Feldspath bestehe, wie man auch nicht sicher behaupten kann, dass er eine isomorphe, parallele Verwachsung verschiedener Feldspäthe sei, in deren einem das Kali, in einem anderen Natron oder Kalk vorwaltet. Es ist auch möglich, dass der Mondsteinfeldspath verschiedene Zusammensetzung habe. Die von Brongniart und Malagutti angegebenen chemischen Analysen des Mondsteins von Ceylon ergaben ¹⁾:

<i>SiO₂</i>	64,00	67,10
<i>Al₂O₃</i>	49,43	47,83
<i>CaO</i>	0,42	0,50
<i>K₂O</i>	44,84	43,50
<i>MgO</i>	0,20	Spur
<i>H₂O</i> u. Verlust	4,44	4,07
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Eine chemische Untersuchung des von mir zur optischen Untersuchung benutzten Mondsteins ist neulich im mineralogischen Museum zu München von E. H. Kraus ausgeführt worden, und ich möchte die Resultate derselben nach Herrn Kraus' Mittheilung wörtlich wiedergeben:

»Brongniart und Malagutti führen zwei Analysen von Ceylon'schen Mondsteinen an, aber das von ihnen untersuchte Material war, wie sie angeben und wie auch aus den Analysen hervorgeht, schon ziemlich verwittert.«

»Das bei meiner Analyse angewandte Material war ganz rein, zeigte schöne Schillerfarben, und war nicht im Geringsten verwittert. Die Resultate sind:

¹⁾ Brongniart und Malagutti, Ann. d. Mines 4842, 2, 465 (Hintze, Handb. d. Min. S. 4415).

		Mol.-Verh.:
SiO_2	65,87	4,098
Al_2O_3	19,45	0,190
CaO	0,51	0,009
K_2O	11,94	0,127
Na_2O	2,57	0,042
Glühverlust	0,18	
	100,49	

» SiO_2 , Al_2O_3 und CaO wurden wie gewöhnlich bestimmt. Die Alkalien wurden nach der Methode von Lawrence Smith bestimmt, indem das Silicat mit $CaCO_3$ und NH_4Cl aufgeschlossen wurde.«

»Wenn man nach den Resultaten dieser Analyse den Mondstein als eine Mischung von Orthoklas und einer kleinen Menge Anorthit betrachtet und die Mengen Al_2O_3 und SiO_2 , welche nöthig sind, um mit CaO zusammen die Formel $Si_2Al_2CaO_8$ zu geben, von den gesammten Mengen abzieht, so bekommt man ein Verhältniss, welches annähernd dem des Orthoklases entspricht, nämlich:

$$SiO_2 : Al_2O_3 : (K, Na)_2O = 5,97 : 1 : 0,94.$$

Der Winkel der beiden Spaltungsebenen (010) und (001) ist ungefähr 90° . Die Spaltbarkeit nach (001) ist sehr vollkommen; weniger vollkommen und fast schwierig zu erkennen ist die nach (010). Ausser diesen existirt noch eine Gleitung oder ein ebener Bruch parallel einer Fläche, welche sich ($\bar{2}01$) nähert, da der gemessene Winkel (001) : ($\bar{2}01$) = 84° beträgt.

Auf den Flächen (001) und ($\bar{2}01$) ist der Auslöschungswinkel mit der Spur von (010) gleich 0° . In Bezug auf die optische Orientirung fällt die Richtung β in die Richtung [010]; die Ebene der optischen Axen ist (010); α , spitze Mittellinie, ist fast senkrecht zu ($\bar{2}01$). Diese optischen Eigenschaften stimmen mit denjenigen des Orthoklases ziemlich überein.

Wir haben gesagt, dass die Farbe des Mondsteins milchweiss ist, aber da, wo das Glaukisiren auftritt, erscheint das Mineral himmelblau oder lavendelbläulich, bläulichweiss, etwas silberglänzend, ungefähr wie die himmelblaue Farbe von der Perlmutter widergespiegelt wird. Auf der Spaltung (001) beobachtet man ein leichtes Schillern, während auf der Spaltungsfläche (010) gar kein Schillern erscheint, welches auch der Einfallswinkel des weissen Lichtes sein mag. Das ausgesprochenere und deutliche Glaukisiren erscheint hingegen auf der Fläche ($\bar{2}01$) bei verschiedener Neigung des einfallenden Lichtes.

Um das Glaukisiren des Mondsteines gut zu beobachten, ist es am besten, parallel begrenzte Lamellen nach ($\bar{2}01$) zu schneiden und zu schleifen.

Wenn man diese Lamellen 4 mm dick macht, so sind sie beinahe durchsichtig, während sie bei grösserer Dicke milchweiss erscheinen, wie ich oben bemerkt habe. Die 4 mm dicken Lamellen geben die Erscheinung

des Glaukisirens ziemlich intensiv; sie besteht in einer inneren Reflexion von himmelblauer, in's Violette spielender Farbe. Die Farbe wird intensiver himmelblau, jemehr die Lamelle an Dicke abnimmt; wenn diese letztere 0,05 mm erreicht hat, ist das Glaukisiren am stärksten; wird die Lamelle noch dünner als 0,05 mm, so geht die Intensität des Glaukisirens wieder zurück. Von dieser Thatsache habe ich mich in verschiedenen Dünnschliffen überzeugen können. Wenn der Schnitt ein grosses Gebiet des Minerals umfasst, ist das Glaukisiren nicht überall gleich, sondern besteht in einem blauen Reflexe von verschiedener Stärke, wie wenn der Himmel da und dort verschleiert ist. Diese Erscheinungen beobachtet man sowohl auf der einen, als auf der anderen Seite eines Schliffes.

Um die Erscheinung des Glaukisirens gut beobachten resp. einige Messungen machen zu können, habe ich den parallel zu (204) geschnittenen Mondstein in der Lage auf dem Goniometer befestigt, dass sowohl das von dem Glaukisiren hervorgerufene Bild des Signals, als auch das von dem gewöhnlichen Reflexe der vorderen Fläche des Schliffes hervorgerufene Bild des Signals durch das Fernrohr sichtbar wurde, wenn man das Präparat um die Verticalaxe des Goniometers drehte. Die Ebene, in der die beiden Reflexe erscheinen, wurde von Reusch Hauptreflexionsebene des Schillerns genannt; sie fällt für den Mondstein, wenn man die Fläche (204) betrachtet, fast genau mit der Ebene (040) zusammen. Ich beobachte also das Glaukisiren in der Hauptreflexionsebene und nehme hier einzelne Messungen vor. Reusch nimmt an, das Glaukisiren sei ein durch die secundären Spaltungen hervorgerufener Reflex, und daher ist die Hauptreflexionsebene nach Reusch diejenige Ebene, welche senkrecht zu den secundären Spaltungen und zu der Aussenfläche des Schliffes steht, in unserem Falle (040). Auch ohne die Hypothese von Reusch im voraus anzunehmen, können wir die Hauptreflexionsebene voraussetzen, denn diese existirt wirklich, wenn man von der geringen Diffusion des Lichtes absieht.

Das, das Websky'sche Signal beleuchtende weisse Licht fällt parallel auf die vordere Fläche des Schliffes, wird parallel von derselben Fläche reflectirt und giebt im Ocular das scharfe Bild des Signals, das man in's Fadenkreuz einstellen kann. Der himmelblaue Schein, das glaukisirende Bild, hingegen wird nicht durch parallel zurückgeworfenes Licht erzeugt; das Bild ist verschwommen, nach allen Richtungen gleich diffus und kann nicht genau in den Kreuzpunkt des Oculars eingestellt werden. Man kann aber ein stark beleuchtetes Centrum und eine schwache Peripherie des glaukisirenden Bildes unterscheiden. Die Diffusion schwankt von 4° bis 6° je nach dem Incidenzwinkel. Mit etwas Uebung kann man das heller beleuchtete Centrum mit einem Fehler von einem Grade einstellen. Ich habe Messungen in der Hauptreflexionsebene mit verschiedenen Einfallswinkeln vorgenommen. Der Gang der mit dem Goniometer angestellten Messungen

unterscheidet sich nicht erheblich von dem mit dem Glaukoskop angestellten Versuchen von Reusch. Um den Winkel jedesmal zu bestimmen, den die optische Axe des Fernrohres mit der optischen Axe des Collimators einschliesst, liest man nach der Beobachtung ab und bringt dann wie gewöhnlich das Fernrohr in die Richtung des Collimators. Der Unterschied der zwei Ablesungen ist der gesuchte Winkel, den wir mit 2φ bezeichnen wollen. Ist der Winkel 2φ festgestellt worden, so dreht man das Präparat um die verticale Axe, bis das von der vorderen Fläche des Schliffes zurückgeworfene Bild des Signals in den Fadenkreuzpunkt einspielt. Ist die hier bezügliche Lage bekannt, so muss das Präparat um die verticale Axe gedreht werden, damit jetzt das stark beleuchtete Centrum des Glaukisirens in den Kreuzpunkt gelangt; der Drehungswinkel hierfür mag ε heissen. Für die Lage ε' ist der Winkel, den das auffallende, das Glaukisiren hervorbringende weisse Licht mit der Normalen auf der vorderen Fläche des Schliffes einschliesst, $\alpha' = \varphi - \varepsilon$, und die zurückgeworfenen glaukisirenden blauen Strahlen, welche dem Centrum des Bildes entsprechen, bilden mit derselben Normalen den Winkel $\beta' = \varphi + \varepsilon$. Diese zwei Winkel α' und β' (auffallender und zurückgeworfener Winkel) sind in der Luft gemessen; um sie in dem Mondsteine zu bestimmen, brauchen wir den Brechungsindex. Nun haben wir es hier eigentlich mit einer doppeltbrechenden Substanz und folglich mit zwei einfallenden und zwei zurückgeworfenen Strahlen zu thun. Aber die Winkel α' und β' sind, in Folge der starken Diffusion, sehr grob messbar, also ist eine genaue Berechnung der inneren Winkel α und β für die Entwicklung des Gesetzes des Glaukisirens zwecklos.

Wir nehmen in Folge dessen mit Reusch einen mittleren Brechungsindex n an ($\log n = 0,48298$) und schreiben daher:

$$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n} \quad \text{und} \quad \sin \beta = \frac{\sin \beta'}{n}.$$

Die Mittellinie, welche den den auffallenden und zurückgeworfenen Strahl einschliessenden Winkel halbirt, ist nach Reusch die Reflexionsnormale. Sie soll den Winkel δ mit der äusseren Flächennormalen einschliessen.

Unsere Aufgabe ist nun die, den Winkel δ für die verschiedenen Incidenzwinkel zu bestimmen. Wir haben also

$$\delta = \frac{\beta - \alpha}{2},$$

absolut genommen.

Die auf S. 178 folgende Tabelle giebt die Beobachtungswinkel und die berechneten Grössen an.

Man muss beachten, dass für jeden Einfallswinkel α im Allgemeinen zwei glaukisirende Bilder entstehen, welche verschieden intensiv sind, und sie können beobachtet werden, falls für den angenommenen Winkel α die

daraus sich ergebenden Winkel α' und β' möglich sind. Das eine Bild erscheint in der Reflexion, d. h. auf derselben Seite des Präparates, wie die einfallenden Strahlen; das zweite erscheint in dem Durchgange, d. h. auf der entgegengesetzten Seite, als die einfallenden Strahlen. Das hat schon Reusch beobachtet und beide Erscheinungen auch benannt, nämlich katoptrisches Schillern und dioptrisches Schillern. Wahrscheinlich ist anzunehmen, dass beide Erscheinungen denselben Ursprung haben. Auch für das dioptrische Glaukisiren ist eine gewisse Reflexionsnormale vorhanden, die durch den Winkel δ festgestellt wird. Die dioptrische Erscheinung liegt darin, dass die Reflexionsrichtung nur aus der hinteren Fläche des Präparates austreten kann. In der Richtung der eintretenden Strahlen ist kein Glaukisiren zu beobachten, worauf wir bald zurückkommen müssen.

Ord.- Zahl der Beob.	2φ	ε	$\alpha' = \varphi - \varepsilon$	$\beta' = \varphi + \varepsilon$	$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n}$ α	$\sin \beta = \frac{\sin \beta'}{n}$ β	$\delta = \frac{\beta - \alpha}{2}$ absolut genommen	Anmer- kungen
1	230 35'	190 5'	— 70 45'	— 340 0'	— 40 45'	— 190 45'	120 45'	berechnet
			0	— 38 36	0	— 24 40	12 5	
2	45 0	49 4	+ 3 30	— 44 30	+ 2 48	— 25 46	11 44	berechnet
3	64 0	21 0	+ 11 0	— 53 0	+ 7 12	— 32 4	12 26	
			+ 12 47	— 90 0	+ 8 24	— 138 59	65 19	
4	110 0	44 0	+ 11 0	— 99 0	+ 7 12	— 139 36	66 12	
5	80	23 30	+ 16 30	— 63 30	+ 10 44	— 36 0	12 38	
6	120	43 30	+ 16 30	— 103 30	+ 10 44	— 140 20	64 48	
7	90	26 0	+ 19 0	— 71 0	+ 12 20	— 38 24	13 0	
8	130	46 5	+ 19 0	— 111 0	+ 12 20	— 142 14	64 57	
9	100	27 0	+ 23 0	— 77 0	+ 14 54	— 39 45	12 27	
10	110	28 35	+ 26 30	— 83 30	+ 17 4	— 40 44	11 20	
11	120	30 0	+ 30 0	— 90 0	+ 19 9	— 44 4	10 54	
Mittel {							120 5'	
							65 49	

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass die berechneten Werthe des Winkels δ sich zwei Mittelwerthen nähern, nämlich $120^{\circ} 5'$ und $65^{\circ} 49'$. Bei der Bestimmung von δ begeht man Fehler, die von der Unsicherheit in der Einstellung herrühren wegen der Diffusion des zurückgeworfenen Lichtes und des dadurch bedingten Fehlens eines wirklichen Bildes des Signals. Für die streifende Zurückwerfung des glaukisirenden Lichtes, also für $\beta' = 90^{\circ}$ und $\alpha' = 30^{\circ}$, ist der Winkel δ zu klein ausgefallen, da die betreffende Einstellung sehr unsicher ist.

Die zweite streifende Zurückwerfung, nämlich des dioptrischen Glaukisirens, also für $\beta' = 90^{\circ}$ und $\alpha' = 120^{\circ} 47'$, wurde aus dem Winkel $\delta = 65^{\circ} 49'$ berechnet.

Fällt das Incidenzlicht senkrecht zur vorderen Fläche des Präparates ein,

also $\alpha = 0$ und $\alpha' = 0$, so ist der Reflexionswinkel $\beta' = 38^\circ 36'$, wie in der Tabelle berechnet worden ist. Es ist fast überflüssig zu sagen, dass die beiden Winkel α und β gegenseitig vertauschbar sind, d. h. dass, wenn man für den Einfallswinkel α einen Glaukisirungswinkel β hat, umgekehrt ein Einfallswinkel β einem Glaukisirungswinkel α entspricht; das geht auch aus den Beobachtungen Reusch's hervor.

Um das Glaukisiren in dem Mikroskope beobachten zu können, braucht man nur $\beta' = 38^\circ 36'$ zu setzen und das Präparat so lange zu drehen, bis die glaukisirenden Strahlen in's Gesichtsfeld kommen; in diesem Falle ist eben $\alpha' = 0$. Will man das Glaukisiren im Mikroskope unter verschiedenen Incidenzwinkeln beobachten, so muss man den Fedorow'schen Tisch benutzen. Auf diese Art kann man mit ziemlich grosser Sicherheit die Lage der Hauptreflexionsebene feststellen.

Das dioptrische Glaukisiren beginnt mit dem Winkel $\beta' = 90^\circ$; aber es verschwindet bald, und ich habe es nur bis zu dem austretenden glaukisirenden Winkel $\beta' = 111^\circ$ verfolgen können. Um die einzelnen gemessenen und berechneten Werthe der Erscheinung deutlich vor Augen zu haben, habe ich die beiden ersten Figuren der Taf. III construiert, wie es auch Reusch gethan hat.

Die Figur 1 stellt in stereographischer Projection die Lage der Spaltungen (010) und (001) und die Fläche (201), in welcher die Erscheinung des Glaukisirens ihren Sitz hat, ferner die Pole i_1 und i_2 der zwei durch die Winkel $42^\circ 5'$ und $65^\circ 19'$ bestimmten Reflexionsnormalen dar. Unter der Annahme, dass

$$(001) : (\bar{2}01) = 84^\circ$$

ist, haben wir die Winkel

$$(001) : i_1 = 84^\circ - 42^\circ 5' = 68^\circ 55'$$

$$\text{und} \quad (001) : i_2 = 84 - 65^\circ 19' = 15^\circ 44'$$

Der erste Winkel stimmt mit dem von Reusch berechneten Winkel fast vollkommen überein.

In der Fig. 2 sind die zwei punktirten Kreise mit Halbmessern gezogen, die in dem Verhältnisse 4 : n stehen. Hier stellt die Figur den Hauptschnitt senkrecht zu der Fläche (201) dar, deren Normale oN ist.

Die Grenzen des katoptrischen Glaukisirens giebt der Strahl a_1o und des dioptrischen der Strahl a_2o . Trägt man $i_1b_1 = i_1a_1$ auf, so hat man in oB die der ersten Grenze entsprechende Richtung der Einfallsstrahlen. Gleichzeitig ist b_2o die Grenze des Einfallslichtes für das dioptrische Glaukisiren. Zieht man ferner die Gerade ss senkrecht zu i_2o , so stellt sie die Grenze dar, über welche hinaus das dioptrische Glaukisiren unmöglich wird; und zwar wird wegen der Intensität der directen Strahlen das dioptrische Glaukisiren früher aufhören, als die Einfallsstrahlen die Grenze ss erreicht haben.

Um in das Wesen des Glaukisirens tiefer einzudringen, ist eine andere Reihe von Beobachtungen ausgeführt worden. Man hat nämlich weisses, gelbes und rothes Licht verwendet; die daraus erhaltenen Resultate sollen angeführt werden.

Ist das Einfallslight weiss, so ist das glaukisirende Licht himmelblau zu violett neigend. Das einfallende gelbe Licht bringt ebenfalls ein Schillern hervor, aber nur ein sehr schwaches, und das einfallende rothe Licht endlich ruft gar keins hervor.

Daraus können wir einen ersten Schluss ziehen, dass die blauen und violetten Strahlen sehr stark, die gelben aber sehr schwach von dem Inneren des Mondsteins zurückgeworfen werden, und endlich werden die rothen Strahlen gar nicht zurückgeworfen. In der Erscheinung des Glaukisirens, wie sie hier beschrieben worden ist, hat man also nicht eine Interferenz des Lichtes, sondern ein Fehlen der Strahlen vom Roth bis allmählich zum Gelb. Diese Thatsache findet in einer anderen Beobachtung ihre Bestätigung.

Wenn wir das Signal des Goniometers im durchgehenden Lichte beobachten, bemerkt man, dass das genannte Signal anstatt weiss eigentlich gelblich oder gelbröthlich erscheint.

Um den Unterschied zwischen dem durchgehenden und dem directen Lichte besser beobachten zu können, ist es besser, die Bilder des Signals neben einander zu erhalten. Zu diesem Zwecke habe ich das direct von der vorderen Fläche des Präparates reflectirte Bild mit einem bestimmten Incidenzwinkel im Gesichtsfelde erhalten. Das Licht geht aber durch das Präparat, wird von der hinteren Fläche reflectirt und ein zweites Bild des Signals im Gesichtsfelde erzeugen. Durch eine nochmalige Reflexion entsteht ein drittes Bild u. s. w. Das vierte Bild ist aber so schwach, dass es gar nicht mehr gesehen wird. Alle diese durch mehrmalige Reflexion von den vorderen und hinteren Flächen erzeugten nebeneinander liegenden Bilder sind verschieden gefärbt und beleuchtet. Das erste Bild ist weiss, das zweite ist gelblich, das dritte ist röthlich; der Unterschied der einzelnen Bilder ist scharf; die Intensität derselben nimmt rasch ab.

Wir können jetzt die Erscheinung des Glaukisirens folgendermassen zusammenfassen:

Fällt weisses Licht passender Weise auf eine günstige Fläche des Mondsteins, so sind die rothen, gelben, vielleicht theilweise auch die grünen Strahlen im Stande durchzugehen; die violetten, blauen und vielleicht theilweise auch die grünen Strahlen dagegen werden diffus zurückgeworfen. Das Glaukisiren besteht daher weder in einer Interferenz, noch in einer Absorption des Lichtes. Diejenigen Strahlen werden diffus zurückgeworfen, welche complementär zu denjenigen sind, welche ungestört durchgelassen werden.

Ich will darauf aufmerksam machen, dass es unmöglich ist zu con-

statiren, ob bei der Erscheinung des Glaukisirens eine Drehung der Polarisationsebene vor sich geht oder nicht, denn der Mondstein ist schon für sich doppelbrechend und ausserdem werden die Lichtstrahlen bei der erfolgten Reflexion ihre Richtung ändern; also geht die Beobachtung so vor sich, als ob zwei parallele Schlitze ungleich orientirt übereinander gelegt wären; dazu kommt noch der Umstand hinzu, dass das glaukisirende Licht schon für sich schwach ist und daher die Aenderung seiner Intensität durch Drehung des Nicols nicht wahrgenommen werden kann.

Es war also auch unmöglich, Messungen über die Lichtintensität der zurückgeworfenen und der durchgelassenen Strahlen anzustellen.

Die beobachteten Thatsachen beweisen vollständig, dass die von Brewster aufgestellte und von Reusch weiter durchgearbeitete Hypothese des Glaukisirens, nämlich dass es eine ähnliche Erscheinung sei wie die Newton'schen Farben der dünnen Blättchen, nicht stichhaltig ist; wir werden am Schlusse der Arbeit weitere Betrachtungen hinzufügen und eine neue Theorie des Glaukisirens aufstellen, die die beobachteten Thatsachen vollständig erklärt.

Albit von Amelia (Virginia).

Hier kann ich mich etwas kürzer fassen, als bei der Beschreibung des Mondsteins, da der Gang der Untersuchung derselbe bleibt wie vorher.

Als mir im mineralogischen Museum von München nach Krystallen und Krystallstücken dieses Albits zu suchen gestattet war, um die optische Orientirung des Albits von Amelia eingehend zu bestimmen, kamen mir Stücke in die Hand, die nicht durchsichtig schienen wie andere Stücke und andere Krystalle desselben Materials, welches im vorigen Jahre analytisch untersucht worden war¹⁾. Sie besaßen die Erscheinung des Glaukisirens wie der Mondstein, aber auf der Fläche (010). Ich präparirte einige Schlitze davon, beobachtete das Glaukisiren auf dem gewöhnlichen Goniometer und untersuchte alle damit zusammenhängenden Erscheinungen, ebenso wie ich es im Vorigen eingehend beschrieben habe. Um Messungen mit dem Goniometer vornehmen zu können, habe ich ein Stück (senkrecht zu (001) und parallel zu [100]) geschliffen; dasselbe bestand aus zwei Individuen nach dem Manebacher Gesetze. Die Zwillingssaxe derselben ist zu (001) senkrecht; ein zu (001) senkrechter Schnitt schneidet daher den Zwillingskrystall in zwei symmetrische Theile, deren optische Erscheinungen sich auch symmetrisch in Bezug auf die Trace der Zwillingsebene verhalten. Unser Schliff des Albits ist ausserdem nahezu parallel der Zone [100] ausgefallen und zeigt Absonderung parallel etwa zu (201).

Die Spaltung (001) zeigte sich sehr vollkommen, die (010) nicht ganz vollkommen, und zwar in beiden Individuen. Das Glaukisiren mit starkem

1) Siehe diese Zeitschr. 32, 348.

Himmelblau, das zu Violett neigt, zeigten beide Manebacher Individuen; während z. B. das Glaukisiren bei dem einen Individuum bei einem gegebenen Einfallswinkel des weissen Lichtes zum Vorschein kam, brauchte man nur das Präparat um ungefähr 180° zu drehen, um das Glaukisiren im anderen Individuum in derselben Stärke bei dem gleichen Einfallswinkel des weissen Lichtes zu erhalten; das ist auch selbstverständlich, da die Zwillingsebene eine Symmetricebene ist und die optischen Verhältnisse des Glaukisirens dieselben Orientierungselemente für beide Individuen besitzen.

Man konnte die Dicke des Schliffes verringern, um ein stärkeres Glaukisiren zu erhalten; aber über eine gewisse Grenze hinaus (ungefähr 0,05 mm) nahm das Glaukisiren wieder ab.

Die Erscheinung der Farbenwandlung, um ein Wort Hessel's zu gebrauchen, ist also für den Albit von Amelia auf der Fläche (010) identisch mit derjenigen, die man im Mondstein auf der Fläche (204) beobachtet.

Gleichzeitig aber findet man noch ein anderes Glaukisiren in den beiden Krystallen des Zwillings.

Die Spaltungsflächen (004) weisen ebenfalls eine starke blaue Reflexion auf und zwar in folgender Weise: wenn die Orientirung so ist, dass das Glaukisiren in einem Individuum auf der Fläche (010) erscheint, so hat man diejenige des anderen Individuums auf der Spaltung oder besser längs der Spaltung (004). Dreht man das Präparat in seiner Ebene um etwa 180° und behält man die gleiche Orientirung des einfallenden Lichtes, so verschwindet das Glaukisiren auf der Fläche (010) des I. Individuums und erscheint dasjenige des II. Individuums auf der Fläche (010), wie oben gesagt wurde; aber gleichzeitig verschwindet das Glaukisiren längs der Spaltungen (004) des II. Individuums und erscheint dasjenige des I. So besitzt man also in jedem Individuum des Manebacher Zwillings zwei Orientirungen, welche die Erscheinung des Glaukisirens bestimmen: die eine derselben gilt für das Glaukisiren, welches auf der ganzen Fläche (010) auftritt, die andere für das Glaukisiren, welches nur längs der Spaltung (004) zum Vorschein kommt. Beide Orientirungen verhalten sich so, wie das Manebacher Gesetz es bestimmt. Es scheint also, als ob das erste Glaukisiren, nämlich auf der Fläche (010), dem I. Individuum eigen wäre, das zweite Glaukisiren, nämlich längs den Spaltungen (004), aber dem II. Individuum eigen wäre, das zwischen den Spaltungen (004) eingelagert wäre. Beide Glaukisiren gehören also den Spaltungen (004) an und sind auch beide gleich orientirt, aber das eine hat wirklich den Sitz im I. Individuum, das andere im II. Individuum, welches im I. zwischen den Spaltungen (004) eingedrungen erscheint.

Mit dem Mikroskope ist eine solche Einlagerung nicht zu bemerken. Dass das jedoch wirklich so der Fall sein muss, geht daraus hervor, dass Schliffe parallel zu (004) nicht glaukisiren.

Ausser dem katoptrischen Glaukisiren haben wir auch hier ein dioptrisches Glaukisiren, das im durchgehenden Lichte beobachtet wird.

Die Hauptreflexionsebene des katoptrischen und dioptrischen Glaukisirens macht mit der Spaltung (001) den Winkel 10^0 , der mit dem Mikroskope auf die angegebene Weise gemessen wird. Beobachtet man das Glaukisiren mit dem Goniometer und hat man die Orientirung für das eine Individuum richtig getroffen, so muss man das Präparat mit den Justirschrauben um 20^0 drehen, damit das Glaukisiren des II. Individuums in der Hauptreflexionsebene deutlich zum Vorschein kommt.

Die beigegebene Tabelle giebt die gemessenen Winkel 2φ , ε , α' , β' , die die gleiche Bedeutung haben wie vorher. Ausserdem sind die Winkel α und β berechnet nach den Beziehungen

$$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n} \quad \text{und} \quad \sin \beta = \frac{\sin \beta'}{n},$$

wobei für den Albit von Amelia $\log n = 0,18556$ gesetzt wurde.

Ord.- Zahl	2φ	ε	$\alpha' = \varphi - \varepsilon$	$\beta' = \varphi + \varepsilon$	α	β	$\delta = \frac{\beta - \alpha}{2}$ absol. genommen
1	49 ⁰	13 ¹⁰ ₂	— 4 ⁰	— 23 ⁰	— 20 36'	— 140 46'	80 44'
2	42	14	+ 7	— 35	+ 5 36	— 21 58	8 11
3	70	15	+ 20	— 50	+ 12 54	— 29 58	8 32
<i>a</i>	119	39 ¹ ₂	+ 20	— 99	+ 12 54	— 139 53	63 29
4	84	16	+ 26	— 58	+ 16 37	— 33 35	8 29
<i>b</i>	134	41	+ 26	— 108	+ 16 37	— 141 39	62 31
5	97	18	+ 30 ¹ ₂	— 66 ¹ ₂	+ 19 20	— 36 44	8 42
6	106 ¹ ₄	19	+ 34	— 72 ¹ ₃	+ 21 24	— 38 24	8 30
<i>c</i>	138	35	+ 34	— 104	+ 21 24	— 149 44	64 10
7	119	24	+ 38 ¹ ₂	— 80 ¹ ₂	+ 23 58	— 40 2	8 2
8	134	23	+ 44	± 90	+ 26 57	— 40 43	6 53
						Mittel {	80 27' 63 23

Diese Tabelle giebt die Orientirungen des Glaukisirens auf der angenommenen Fläche x für ein einziges Individuum des Manebacher Zwillinges, denn diejenigen des anderen Individuums der Verzwillingung sind die gleichen. Der mittlere Winkel ist $80^0 27'$ für das katoptrische Glaukisiren, der mittlere Winkel $63^0 23'$ für das dioptrische. Beide sind so zu verstehen, dass sie die Stelle des stärksten Glaukisirens angeben, denn wir haben es hier mit einer Diffusion, nicht mit einer Reflexion des Lichtes zu thun. Die zwei mit den angegebenen Winkeln bestimmten Normalen sind in stereographischer Projection in Fig. 3, Taf. III verzeichnet. Dort stellt (001) die Zwillingnormale, (010) und (0 $\bar{1}$ 0) die Spaltungsnormale des Zwillingskrystalles, x und \bar{x} die Pole des gemeinschaftlichen Schnittes dar; ferner

sind i_1 und i_2 die Pole der Reflexionsnormalen für das Glaukisiren eines Individuums und i_1' , i_2' die entsprechenden des anderen. Gleichzeitig stellen i_1' und i_2' die Pole der Reflexionsnormalen für das in den Spaltungen (004) vorkommende Glaukisiren des I. Individuums dar.

Der Deutlichkeit wegen wurden alle diese Verhältnisse in übersichtlicherer Weise in der Fig. 4, Taf. III wiedergegeben, welche einen Schnitt senkrecht zum Schnitt x darstellt; ox ist die Normale zu diesem Schnitte x und die Durchmesser der zwei punktierten Kreise stehen in dem Verhältnisse $4 : n$ (Fig. 4).

Fällt das Licht in der Richtung Co ein, so werden wir das Glaukisiren in der Richtung ox beobachten können, und zwar für ein Individuum; um das Glaukisiren für das zweite Individuum auch beobachten zu können, brauchen wir nur das Präparat um die Axe ox etwa um 180° zu drehen, damit die Reflexionsnormale oi_1' in die Lage oi_1 zu liegen kommt. Die Fig. 4 giebt uns auch die Grenzstrahlen, über welche hinaus das Glaukisiren auf dem betreffenden Schnitte unmöglich ist; diese Grenzen werden durch die Strahlen oa_1 , oa_1' und oa_2 , oa_2' bestimmt.

Wie bei dem Mondstein wurde auch hier mit weissem, gelbem und rothem Lichte die Beobachtung des Glaukisirens vorgenommen.

Um endlich sich zu überzeugen, ob die Erscheinung des Schillerns im Albit von Amelia genau die gleiche ist, wie das schon untersuchte Glaukisiren vom Mondstein, wurde noch die Farbe des durchgehenden Lichtes beobachtet und gefunden, dass sie gelblich und orange ist.

Auch die Dünnschliffe des Albits parallel (004) zeigen im Mikroskop ein sehr deutliches, ja intensives Glaukisiren, wenn das Licht von unterhalb kommt und stark geneigt ist. Wo das Licht an den Spaltungsflächen (040) reflectirt wird, erscheint es tief blau, wo es aber durchgeht, erscheint es tief orange. Man kann diese zwei Farben neben einander haben, wenn die Spaltungsflächen etwas weiter von einander abstehen.

Weder die Stärke der Beleuchtung des glaukisirenden Lichtes, noch Drehung der Polarisationssebene konnten bestimmt werden.

Der Adular vom Zillerthal.

Ich werde mich über diesen Feldspath sehr kurz fassen, da Reusch das Glaukisiren desselben sehr eingehend behandelt hat. Die Beobachtung des Schillerns dieses Feldspathes trägt zur Richtigkeit der vorhergehenden Beschreibung bei, indem das Schillern des Adulars vom Zillerthal genau dieselben Verhältnisse zeigt, wie das Glaukisiren des Mondsteins und des Albits von Amelia. Der glaukisirende Adular vom Zillerthal ist milchweiss wie verschiedene Opale, und nur in dünneren Schliffen erscheint derselbe ganz durchsichtig. Das Glaukisiren besteht in einer inneren Reflexionsfarbe oder besser in einer Diffusionsfarbe, welche mehr grau als blau ist; es wird

hauptsächlich in der Zone $[001]$ beobachtet, und die Nebenspaltungen, von denen das Schillern ausgeht, scheinen auch hier wie bei dem Mondstein nahezu parallel zu $(\bar{2}01)$ zu stehen; wenn man Schlitze parallel solchen Nebenspaltungen auch noch so dünn präparirt, entsteht die Erscheinung des Glaukisirens doch immer.

Wird eine parallele Platte weiter geschliffen, so erscheint die glaukisirende Farbe immer deutlicher bläulich, je mehr die Dicke des Schliffes abnimmt; das geht aber nur bis zu einer gewissen Grenze, über welche hinaus das Glaukisiren abnimmt.

Die von Reusch bemerkte äussere Erscheinung, dass die Flächen (010) und $(0\bar{1}0)$ nahezu nach $(\bar{2}01)$ gestreift sind, habe ich bestätigt. Es tritt hier jene Streifung auf, welche beim Mondstein durch eine ausgezeichnete Spaltung oder Trennung sich kundgiebt.

Ich erlaube mir, hier die Beobachtung über zwei Krystalle von Adular auseinanderzusetzen. Der eine Krystall war klein und wurde nahezu in der Zone $[001]$ geschliffen, der andere Krystall war gross und durfte nicht beschädigt werden.

Der kleine Krystall war einfach und hauptsächlich nach der Fläche (001) entwickelt; die Flächen (010) und $(0\bar{1}0)$ waren schmal und wie gesagt gestreift. Die auftretenden Flächen sind in der stereographischen Projection (Fig. 5, Taf. III) angegeben. Folgende Messungen wurden angestellt:

$$\begin{aligned} (010) : (110) &= 59^{\circ} 58' \\ (100) : I &= 18 \quad 7 \\ (100) : II &= 21 \quad 5 \\ (100) : III &= 26 \quad 44 \\ (110) : (001) &= 67 \quad 45 \\ (\bar{1}01) : (001) &= 50 \quad 10 \\ (110) : (1\bar{1}0) &= 60 \quad 44 \\ x : (001) &= 63 \quad 0 \\ x : (0\bar{1}0) &= 78 \quad 30 \end{aligned}$$

wobei x den Pol der geschliffenen Fläche darstellt. Daraus wurde berechnet:

$$(001) : (100) = 61^{\circ} 42',$$

ferner folgende Eckwinkel des Dreieckes $0\bar{1}0.001.x$:

$$\begin{aligned} \text{Winkel in } x &= 95^{\circ} 57' \\ - \quad - \quad (001) &= 77 \quad 4 \\ - \quad - \quad (0\bar{1}0) &= 62 \quad 24 \end{aligned}$$

und endlich

$$\overbrace{x.001.100} = 12^{\circ} 56'.$$

Mit Hülfe dieser Winkel ist der zur Beobachtung des Glaukisirens verwendete Schnitt x festgestellt.

Die Dicke des präparirten Schliffes parallel mit dem Schnitte x war im Anfange etwa 4 mm, nachher wurde die Lamelle abgeschliffen, bis das Glaukisiren vollkommen verschwand oder sehr schwach geworden war. Die glaukisirende Farbe ist im Anfange grauweiss wie die Wolken, wird aber nach und nach bläulich, wenn der Schliff dünner wird; über eine Grenze der Dünne hinaus verschwindet auch hier das Glaukisiren vollständig.

Das Glaukisiren besteht in einem diffusen Lichte, so wie beim Mondstein und Albit von Amelia. Die Hauptreflexionsebene macht mit der Spaltungstrace von (010) auf x einen Winkel von 38° .

Ein dioptrisches Glaukisiren ist ebenso vorhanden wie ein katoptrisches, aber so schwach, dass keine Messung in dieser Beziehung vorgenommen werden konnte.

Die über das katoptrische Glaukisiren gemachten Messungen für vier Incidenzwinkel in der Hauptreflexionsebene haben Folgendes ergeben:

Ordn. der Beob.	2φ	ε	α'	β'	$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n}$ $\alpha =$	$\sin \beta = \frac{\sin \beta'}{n}$ $\beta =$	$\frac{\beta - \alpha}{2} = \delta$	Mittel von δ
4	24°24'	25°16'	-23°	-37½°	-44°52'	-23°24'	19°13'	} 17°8'
2	60 30	28 0	+ 2½	-58½	+ 4 29	-33 56	16 13	
3	83 0	34 0	+10½	-72½	+ 6 52	-38 46	15 57	
4	108 0	32 0	+18	-90	+11 42	-41 2	14 45	

Für die Berechnung von α und β wurde der mittlere Brechungsindex so genommen, dass $\log n = 0,48270$ ist.

Der Winkel δ für den streifenden Austritt des Lichtes, also für $\beta' = 90^\circ$ auf der Fläche x , ist etwas zu klein ausgefallen, da die Beobachtung für eine solche Lage sehr unsicher ist. Aus drei Beobachtungen ist der mittlere Werth $\delta = 17^\circ 8'$ herausgekommen. Wir haben auch hier ein diffuses Licht (die Diffusion beträgt etwa 5°) als die Erscheinung des Glaukisirens aufzufassen, also keine richtige Reflexion auf einer Fläche, wie aus den Beobachtungen von Reusch hervorgehen sollte.

Indem man in der Fig. 5, Taf. III den grössten Kreis mit dem angegebenen Winkel von 38° (resp. 52°) zeichnet und von dem Pole \bar{x} aus den Winkel $\delta = 17^\circ 8'$ aufträgt, bekommt man den Pol i_1 der Reflexionsnormalen, welcher von demjenigen von Reusch nicht beträchtlich verschieden ist.

Der grössere glaukisirende Adular vom Zillerthal zeigte fast auf allen Flächen der Zone [004] deutliches Glaukisiren, aber hauptsächlich auf den Flächen {110}, {340}. Er ist nach den Flächen {104} und {004} ziemlich entwickelt; gut ausgebildet ist die Zone [004], deutlich entwickelt und gestreift ist die Fläche (010), weniger dagegen die Fläche (010). Von besonderen Flächen sind hervorzuheben (340), (340), (340), (340), (334), (334) und (114).

Da der grosse Krystall nicht geschnitten werden durfte, war die Beobachtung beschränkt, und dennoch konnte die glaukisirende Erscheinung ziemlich genau beobachtet und fixirt werden.

Die am besten zu verwendenden Flächen waren $(\bar{3}10)$ und $(\bar{3}\bar{4}0)$; beide sind aber nicht vollkommen eben und auch nicht vollkommen in der Zone $[001]$ gelegen. Um das Glaukisiren nicht von anderen Reflexen gestört zu erhalten, wurde der ganze Krystall mit mattem, schwarzem Papier bedeckt und nur die Stelle freigelassen, durch welche das Glaukisiren beobachtet werden sollte. Die Beobachtung wurde auf den Flächen $(\bar{3}\bar{4}0)$ und $(\bar{3}40)$ vorgenommen und auf beiden die Reflexionsnormale bestimmt.

 Glaukisiren auf der Fläche $(\bar{3}\bar{4}0)$.

Ord.- Zahl der Beob.	2φ	ε	α'	β'	$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha'}{n}$ $\alpha =$	$\sin \beta = \frac{\sin \beta'}{n}$ $\beta =$	$\delta = \frac{\beta - \alpha}{2}$
1	45°	36°	-43 $\frac{1}{2}$ °	-58 $\frac{1}{2}$ °	-8°49'	-34°3'	24°26'
2	90	45	0	±90	0	-44 3	20 32
						Mittel	$\delta = 24^{\circ} 0'$

 Glaukisiren auf der Fläche $(\bar{3}40)$.

Ord.- Zahl der Beob.	2φ	ε	α'	β'	α	β	$\delta = \frac{\beta - \alpha}{2}$
1	40°42'	24°45'	-4°	-44 $\frac{1}{2}$ °	-0°39'	-25°47'	43°43'
2	90 0	+25 0	+20	-70	+42 59	-38 6	42 33
3	107 30	+26 0	+27 $\frac{3}{4}$	-79 $\frac{3}{4}$	+47 48	-40 45	44 43
						Mittel	$\delta = 42^{\circ} 20'$

Die Hauptreflexionsebenen bilden mit der Zone $[001]$ und zwar die auf der Fläche $(\bar{3}40)$ den Winkel 45° und die auf der Fläche $(\bar{3}\bar{4}0)$ den Winkel 60°. Der Durchschnitt dieser zwei Reflexionsebenen ist die Reflexionsnormale des Glaukisirens. Das ist in Fig. 6, Taf. III in stereographischer Projection aufgetragen, wobei i_1 den Pol der Reflexionsnormalen darstellt. Der aus der Construction hervorgehende Winkel $i_1 : (\bar{3}40)$ ist nahezu 42°20' und der Winkel $i_1 : (\bar{3}\bar{4}0)$ ist nahezu 24°. Damit ist bewiesen, dass das Glaukisiren des grossen Adularkrystalles vom Zillerthal nur nach einer Richtung diffus auftritt.

Die Diffusion des glaukisirenden Lichtes beträgt im grossen, sowie im kleinen Adularkrystalle etwa 4°—5°. Auch die Reflexionsnormale i_1 des grossen Krystalles stimmt fast vollkommen mit derselben Lage des kleinen Adularkrystalles vom Zillerthal überein und beide Lagen fallen fast mit denjenigen von Reusch zusammen.

Ueber das durchgehende Licht und die anderen Nebenerscheinungen, welche mit dem Glaukisiren zusammenhängen, ist hier nichts Besonderes zu erwähnen, indem schon bei den anderen Feldspäthen ausführlich darüber gesprochen wurde.

Andere Feldspäthe.

Weitere Feldspäthe, die ich noch habe prüfen können, sind der Albit von Lakous und der Albit von Schmirn, welch' letzteren ich von Dr. Krantz in Bonn hatte. Der Albit von Lakous ist ziemlich durchsichtig, der Albit von Schmirn ist dagegen wasserhell, sie zeigen daher bei gewöhnlicher Beobachtung gar kein Glaukisiren. Bringt man aber Dünnschliffe parallel zur Spaltungsfläche (004) solcher Feldspäthe in's Mikroskop, so erscheint das Glaukisiren sehr deutlich. Zur Beobachtung des Schillerns verwendet man von unten kommendes weisses Licht mit schiefer Beleuchtung. Wird das weisse Licht auf der Spaltungsfläche (040) reflectirt, so erscheint es blau; geht es dagegen durch, so erscheint es röthlich. Dreht man das Mikroskoptischchen um 180° , so kehrt sich die Erscheinung des Glaukisirens um. Die Reflexionsnormale des Schillerns konnte natürlich nicht bestimmt werden; ungefähr kann man aber behaupten, dass sie dieselbe Stellung besitze, wie diejenige des Albits von Amelia.

Ich füge noch hinzu, dass diese triklinen Feldspäthe, welche das Glaukisiren auf der Fläche (040) zeigen, nach dem Albitgesetze verzwillingt sind.

Zusammenfassung und Erklärung des Glaukisirens.

Die Untersuchung des Glaukisirens an dem beschriebenen Materiale hat nach dem Vorhergehenden folgende Thatsachen festgestellt:

1. Das Glaukisiren besteht aus diffusem Lichte, das entweder bläulich oder grünlich bis weisslich ist.
2. Das weisslich diffuse Licht des Glaukisirens wird bläulich in violett übergehend, wenn der angewendete Schliff dünner wird. Aber unterhalb einer bestimmten Grenze der Dicke verschwindet das Glaukisiren oder schwächt sich ab.
3. Das Glaukisiren hat zwei Stellungen der Diffusion.
4. Das durchgelassene Licht ist nicht weiss, wie das einfallende, sondern orange, also hat es die Complementärfarbe des schillernden Lichtes.
5. Durch Veränderung des Incidenzwinkels wird die blaue Farbe des Lichtes nicht verändert.
6. Einschlüsse sind in den glaukisirenden Feldspäthen nicht wahrzunehmen.

Die Ursache des Glaukisirens muss eine solche sein, welche alle soeben festgestellten Thatsachen erklärt.

Sollte das Glaukisiren in einer inneren Reflexion des Lichtes bestehen, so wäre eine solche Möglichkeit nicht gegen den ersten Punkt verstossend,

denn eine Diffusion könnte möglich sein, wenn die reflectirende Fläche nicht vollkommen glatt wäre.

Wenn aber durch Reflexion des Lichtes nur eine Farbe des Sonnenspectrums erscheinen soll, so müssen entweder andere Strahlen durch Interferenz vertilgt oder absorhirt werden. Der erste Fall kann geschehen, wenn die Reflexion an zwei Flächen erfolgt, welche sehr wenig von einander entfernt liegen, so dass eine Verzögerung der Wellenbewegung entsteht; dieser Fall entspricht kurz gefasst der Theorie von Reusch, die eigentlich auf Hessel und Brewster zurückgeführt werden kann. Die Verzögerung der Wellenbewegung kann auch dadurch hervorgebracht werden, dass die beiden reflectirenden Flächen eine doppeltbrechende Substanz einschliessen, wie es wahrscheinlich Schrauf sich gedacht hat und wie bei der Erscheinung des Aventurisirons anzunehmen ist.

Die Hypothese von Reusch kann den fünften Punkt nicht erklären.

Besteht wirklich das Glaukisiren in der Erscheinung der dünnen Blättchen, so müsste die blaue Farbe in's Röthliche übergehen, falls der Incidenzwinkel vergrößert wird, da damit auch eine Vergrößerung der Verzögerung der Wellenbewegung im Zusammenhange steht. Auch den vierten Punkt kann die Theorie von Reusch nicht erklären. Wie wären auch die zwei Stellungen (katoptrisch und dioptrisch) des Glaukisirens nach Reusch möglich?

Die Annahme von Schrauf, dass das Glaukisiren wahrscheinlich eine von dünnen polarisirenden Blättchen hervorgebrachte Erscheinung sei, wäre erstens unmöglich, weil dann das Glaukisiren nicht für alle Incidenzwinkel, wie wir unten beweisen werden ¹⁾, entstehen könnte, und zweitens könnte sie die oben hervorgehobenen Thatsachen der Erscheinung nicht erklären.

Die Vermuthung, dass das Glaukisiren in einer inneren Reflexion und Absorption des Lichtes bestehe, ist nicht ohne weiteres zu verwerfen. Eine solche Annahme würde alle fünf angeführten Thatsachen der Erscheinung vollständig erklären. Denn das reflectirte und das durchgelassene Licht sind stets complementär. Ist das Präparat dick, so vermag es mehr Licht im Durchgange zu absorbiren und das reflectirte Licht kann somit weiss erscheinen. Allerdings wäre hier ein zwar nicht ernster Einwand entgegen zu setzen, dass nämlich, wenn eine Fläche rauh ist, um diffuses Licht zurückzuwerfen, ein solches Licht nicht bläulich, sondern röthlich sein muss. Dieser Einwand könnte beseitigt werden, indem man sich vorstellt, dass die Diffusion des Lichtes nicht durch eine rauhe Fläche hervorgebracht würde, sondern durch kleine Theilchen, welche nicht parallel einer Fläche liegen. Das Mikroskop vermag aber nicht solche kleine Theilchen in den glaukisirenden Feldspäthen zum Vorschein zu bringen. Sind die Einschlüsse so

4) Siehe Anhang S. 192.

klein, dass sie auch bei starker Vergrösserung nicht wahrgenommen werden, und sind sie im Stande, das blaue Licht zurückzusenden und das rothe durchzulassen, so liegt die Erscheinung jedenfalls nicht in dem Wesen der Theilchen, sondern in ihrer Kleinheit. Uebrigens, was wäre das für ein Mineral, welches in der Reflexion blau und in Transparenz röthlich erschiene, und noch dazu ein Mineral, das in allen Feldspäthen von allen Fundorten eingeschlossen wäre?

Nun aber existirt eine Theorie der Wellenbewegung, nach welcher, wenn zwischen den Wellen Körperchen auftreten, deren Dimensionen kleiner sind als die Grösse der Wellenlänge, eine Reflexion der Wellenbewegung nicht erfolgen kann, vielmehr die Wellenbewegung ungestört hindurchgeht. Die vollständige mathematische Theorie dieser Erscheinung hat zuerst Lord Rayleigh¹⁾ gegeben. Wenn wir diese allgemeine Rayleigh'sche Theorie auf das Licht anwenden, wie eben Rayleigh selbst gethan hat, und uns zahlreiche Körperchen zwischen den Lichtwellen vorstellen, so muss folgende Erscheinung eintreten:

Sind die Körperchen gross genug, so werden alle Wellen von Violett bis Roth zurückgeworfen und das diffuse Licht wird weiss erscheinen. Sind aber die meisten Körperchen kleiner als die Wellenlänge des Roth, so werden sich die rothen Wellen ungestört fortpflanzen und die violetten und blauen werden gestört und zurückgeworfen, oder besser gesagt, gebeugt. Man muss es sich nach Lord Rayleigh so denken, dass die trübenden Einschlüsse als eine widerstehende Masse aufzufassen sind, welche in allen ihren Punkten blaues Licht aussendet. Diese Theorie der trüben Medien, welche die blaue Farbe des Himmels erklärt, ist durch Experimente von Tyndall²⁾ bestätigt worden. Das gebeugte Licht der trüben Medien ist also blau und das durchgehende ist röthlich.

Davon, dass die Theorie der trüben Medien alle Thatfachen des Glaukisirens vollständig erklärt, kann man sich sehr leicht überzeugen. Kommt der glaukisirende Feldspath in grossen Stücken vor, so ist die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass zwischen den Einschlüssen, welche nur die blauen Wellen oder besser die Wellen von grünlich bis violett beugen können, auch grössere auftreten, welche dem Roth widerstehen. In diesem Falle ist der Feldspath fast undurchsichtig und das glaukisirende Licht weiss. Je

1) J. W. Strutt, On the Light from the Sky; its Polarisation and Colour. Phil. Mag. 1874, **41**, 407, 274, 447.

Lord Rayleigh, On the electromagnetic Theory of Light. Philos. Mag. **12**, 5th Series, 84.

Derselbe, On the Transmission of Light through Atmosphere containing Small Particles in Suspension, and on the Origin of the Blue of the Sky. Philos. Mag. **47**, 5th Series, 375.

2) John Tyndall, On the blue Colour of the Sky, etc. Phil. Mag. 1869, **37**, 384.

dünnere der Feldspath geschliffen wird, desto mehr walten die kleineren Einschlüsse vor den grösseren vor, und das glaukisirende Licht ist blau, das durchgehende aber röthlich oder orange ¹⁾. Die auf dieser Ursache beruhende Erscheinung des Glaukisirens besteht in Folge dessen in einer Beugung des Lichtes, welches nur blau bis weisslich sein kann. Bei abnehmender Dicke über eine gewisse Grenze hinaus sind aber die trübenden Einschlüsse so verringert, dass der Widerstand gegen das Eindringen des Lichtes nicht genügend ist, um das Glaukisiren hervorzurufen. In diesem Falle verschwindet das Glaukisiren oder schwächt sich ab.

Interessant wäre es zu untersuchen, ob das durch die Theorie sich ergebende Rayleigh'sche Gesetz der trüben Medien auch für die Erscheinung des Glaukisirens gilt; ein durch directe Messung zu liefernder Beweis des Gesetzes würde die Theorie des Glaukisirens vollständig bestätigen. Das Rayleigh'sche Gesetz sagt bekanntlich aus, dass die Intensität des gebeugten Lichtes im umgekehrten Verhältnisse mit der vierten Potenz der Wellenlänge steht.

Wegen der Feinheit der Messung, welche hier nothwendig wäre, um das Gesetz zu bestätigen, lassen sich die Experimente auf das schwache glaukisirende Licht nicht gut einrichten. Aber ein näherer Beweis ist doch durch die durchgelassenen Bilder gegeben, deren Intensitäten man nach Augenmaass vergleichen kann. Das durch die vordere Fläche des Feldspathpräparates reflectirte Bild des Websky'schen Signals ist weiss, das zweite ist gelblich, das dritte ist orange oder röthlich. Die Intensität des durchgelassenen Lichtes nimmt also stark ab, je mehr man sich dem Violett nähert.

Eine fernere Frage, welche für die glaukisirenden Feldspäthe von Wichtigkeit sein könnte, ist die, zu untersuchen, aus was die trübenden eingeschlossenen, das Glaukisiren hervorbringenden Theilchen bestehen, von deren Anwesenheit wir nur einen Fingerzeig haben, nämlich, dass sie der blauen Lichtwelle Widerstand leisten und das rothe Licht ungestört durchlassen.

Bei der Untersuchung des glaukisirenden Albits von Amelia haben wir erfahren, dass zwischen den Spaltungen (001) Theilchen liegen, die aus Feldspath selbst bestehen, und nach dem Manebacher Gesetz orientirt sind. Von dem Orte, wo diese Theilchen liegen, geht ein blaues Schillern aus. Es wäre berechtigt anzunehmen, dass es diese Theilchen seien, welche das Glaukisiren hervorbringen.

Das aus den Spaltungsflächen (010) hervorgehende Glaukisiren könnte ebenfalls von Feldspaththeilchen herrühren, die nach dem Albitgesetze orientirt sein mögen. Ihr Vorhandensein trübt die Masse in Weiss, und

1) Ist das Umgekehrte der Fall, so bleibt das glaukisirende Licht immer weiss.

wenn sie klein genug sind, bringen sie das blaue Schillern hervor. Ueberdies ist der Albit von Amelia sehr rein.

Es ist jedenfalls bemerkenswerth, dass gerade der Mondstein und der Adular, also monokline Feldspäthe, das Glaukisiren von Orten aussenden, die senkrecht zur Symmetrieebene stehen und nahezu parallel der Fläche (201) sind, während die triklinen Feldspäthe das glaukisirende Licht aus solchen Stellen zurückbeugen, die nahezu parallel der Fläche (040) sind ¹⁾.

Anhang.

Man spricht von Farben dünner doppeltbrechender Blättchen, welche genau so wirken sollten, wie die Dünnschliffe zwischen zwei gekreuzten Nicols; man müsste aber vorher untersuchen, ob eine solche Erscheinung möglich ist, und inwiefern sie möglich ist. So viel ich weiss, ist eine solche Untersuchung bis jetzt nicht gemacht worden; um so wichtiger wird sie sein, da sie die Erklärung des Glaukisirens durch Polarisationsfarben der dünnen Medien ausschliessen wird. Wir nehmen eine planparallele Platte FFF_0F_0 (Fig. 7 Taf. III) von einem anisotropen Medium und untersuchen, wie die Lichtbewegung darin vor sich geht.

Eine gewisse Wellenebene W_0 resp. W'_0 kommt von einem isotropen Medium (z. B. Luft) und trifft die Fläche F_0F_0 der behandelten Platte. Indem die Wellenbewegung in die Platte eindringt, theilt sie sich in zwei Wellenebenen. Um sie zu construiren, denken wir uns der Einfachheit halber, dass die Welle W'_0 zur Zeichnungsebene senkrecht steht. Ziehen wir die Kugel K , deren Halbmesser proportional zur Lichtgeschwindigkeit v in dem isotropen Medium ist.

Ist W'_0 zur Kugel K tangent, und trifft diese Welle die Fläche FF der Platte in einer Geraden, deren Projection der Punkt o ist, so fassen wir diese Gerade ins Auge. Durch diese Gerade führen wir die Tangentialebenen zur Wellenfläche, deren vier möglich sind und zur Zeichnungsebene senkrecht stehen; sie mögen durch die Geraden w_1, w_2, v_1 und v_2 dargestellt sein. Die zwei Curven C und C' gehören der Wellenfläche und sind in demselben Maassstabe gezeichnet wie der Kreis K . Die Welle W'_0 theilt sich daher in die zwei Wellenebenen w_1 und w_2 , deren Polarisationsrichtungen nahezu aufeinander senkrecht stehen, da der Winkel, den die zwei Wellen w_1 und w_2 miteinander einschliessen, sehr klein ist.

Wir betrachten z. B. zwei parallele Wellenebenen W_0 und W'_0 , welche in das anisotrope Medium eindringen sollen; beide theilen sich in zwei gebrochene Wellen, welche zu w_1 und w_2 parallel sind. Die zu w_1 parallele

1) Man sehe auch: A. Des Cloizeaux, Ann. Chim. Phys. 1875, 5^{me} Série, 4, 440. Pierre de lune de Mineral Hill. (Pennsylvanien) und S. 444; péristériste von Canada; beide, von Des Cloizeaux als Albit angeführt, glaukisiren auf (040).

Wellenebene w_1' hat eine gewisse Geschwindigkeit, welche nach der senkrechten Richtung ac gemessen wird; wir wollen diese Geschwindigkeit mit v_1 bezeichnen. Die andere zu w_2 parallele Wellenebene w_2' hat eine andere Geschwindigkeit v_2 , die nach der senkrechten Richtung bc gemessen wird.

Stellen wir uns die Bewegung eines Aethertheilchens in der Eintrittsfläche F_0F_0 vor. Sei a die Amplitude der Wellenbewegung und T die Schwingungsdauer, so hat man die Schwingungsphase in der Zeit t :

$$\varrho = a \sin 2\pi \frac{t}{T}.$$

Die Zeit, welche die Welle w_1' braucht, um die Entfernung $ac = l_1$ zurückzulegen, mag t_1 sein, und diejenige, welche für die Wellenbewegung w_2' nothwendig ist, um die Strecke $bc = l_2$ zu durchlaufen, möge t_2 sein, so dass $v_2 t_2 = l_2$ und $v_1 t_1 = l_1$ ist. Wir betrachten aber die Schwingungsphase im Punkte c nicht in der Zeit t_1 , noch in der Zeit t_2 , sondern in der Zeit t . Indem man mit n_1 und n_2 die Brechungsindices der zwei Wellen w_1 und w_2 und mit v die Geschwindigkeit des Lichtes in dem isotropen Medium (Luft) bezeichnet, haben wir:

$$n_1 = \frac{v}{v_1} \quad n_2 = \frac{v}{v_2}.$$

Die einzelnen Schwingungsphasen ϱ_1 und ϱ_2 im Punkte c in der Zeit t , welche von den Wellenbewegungen w_2 und w_1 herrühren, werden somit sein:

$$\varrho_1 = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{n_1 l_1}{\lambda} \right),$$

$$\varrho_2 = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{n_2 l_2}{\lambda} \right),$$

worin anstatt l_1 und l_2 ein mittlerer Werth l eingesetzt werden kann. Die Wellenlänge ist λ .

Die zwei Wellen w_1 und w_2 erfahren auf der Fläche FF eine Brechung und eine Reflexion; wir wollen nur die letztere berücksichtigen. Die reflectirten Wellen werden v_1 und v_2 sein, da sie durch die in o dargestellte Gerade gehen und zur Wellenfläche tangent sind. Die Normalen zu diesen Wellen sind cb_1 und ca_1 , in denen die Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung gemessen wird. Wir betrachten nur eine derselben, z. B. das System der Wellenebenen v_1 resp. v_1' . Also beide Wellen w_1 und w_2 werden nach der ins Auge zu fassenden Welle v_1 reflectirt.

Wir müssen jetzt die Polarisationsrichtungen in Rechnung ziehen. Die Polarisationsrichtung der Wellenebene w_1 mag mit der Einfallsebene den Winkel φ_1 , und diejenige der Welle w_2 den Winkel φ_2 einschliessen. Und es ist nahezu $\varphi_2 - \varphi_1 = 90^\circ$, ausgenommen den Fall, dass die Wellen ungefähr zu einer der optischen Axen senkrecht stehen. Die Polarisations-

richtung der Wellenebene v_1 mag mit der Einfallsebene den Winkel ψ einschliessen.

Derjenige Theil der Phase φ_1 , welcher in die Welle v_1 eintreten wird, hat zur Zeit t den Werth

$$\sigma_1 = \varphi_1 \cos(\varphi_1 - \psi),$$

und ebenso wird der in dieselbe Welle v_1 eintretende Theil (absolut genommen) der Phase φ_2 in derselben Zeit t

$$\sigma_2 = \varphi_2 \sin(\varphi_1 - \psi)$$

sein, wenn wir von der Abnahme der Amplituden absehen.

Setzen wir für φ_1 und φ_2 ihre Werthe und führen wir eine andere Amplitude ein, so erhalten wir:

$$\sigma_1 = a_1 \cos(\varphi_1 - \psi) \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - n_1 \frac{l}{\lambda} \right),$$

$$\sigma_2 = a_1 \sin(\varphi_1 - \psi) \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - n_2 \frac{l}{\lambda} \right).$$

Dass diese zwei Wellenbewegungen, da sie in einer Richtung polarisirt sind, interferiren werden, ist einleuchtend, da eine solche Erscheinung nicht gegen das dritte Arago'sche Gesetz verstösst. Die aus σ_1 und σ_2 hervorgehende Schwingungsphase zur Zeit t in der Welle v_1 wird also sein:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2.$$

Bezeichnet man mit A die Amplitude der schwingenden Bewegung, welche aus σ_1 und σ_2 hervorgeht, so werden wir nach einiger Reduction Folgendes erhalten:

$$A^2 = 2a_1^2 \left[\cos(\varphi_1 - \psi - 45^\circ) + \sin 2(\varphi_1 - \psi) \sin^2 \pi \frac{n_1 - n_2}{\lambda} l \right].$$

Stellen wir uns jetzt vor, dass dieselbe Platte von der Dicke l zwischen zwei Nicols eingeschoben wäre, wobei unter χ der Winkel zwischen den Polarisations Ebenen der zwei Nicols verstanden wird, so werden wir der Amplitude der schwingenden Bewegung A_1 in dem oberen Nicol bekanntlich folgenden Ausdruck zu geben haben:

$$A_1^2 = a^2 \left[\cos^2 \chi + \sin 2\varphi \sin 2(\varphi - \chi) \sin^2 \pi \frac{n_1 - n_2}{\lambda} l \right],$$

wo φ den Winkel bedeutet, den eine Polarisationsrichtung der Platte, senkrecht zu l gemessen, mit einem der Nicols einschliesst.

Wenn also das monochromatische Licht von der Wellenlänge λ von einer doppeltbrechenden Platte reflectirt wird, hat das zurückgeworfene Licht die Intensität A^2 , und wenn es zwischen zwei Nicols durchgelassen wird, so erhält es die Intensität A_1^2 . Beide können nur dann verschwinden, wenn resp.

$$\varphi_1 - \psi = 45^\circ \quad \text{und} \quad \chi = 90^\circ \quad \text{ist.}$$

Das in einer doppeltbrechenden Platte reflectirte Licht kann also nur

dann verschwinden, wenn die in der Platte vorhandenen Polarisationssebenen zwischen dem einfallenden und dem zurückgeworfenen Lichte 45^0 mit einander bilden, genau so wie im zweiten Falle, wenn die Nicols aufeinander senkrecht stehen.

Die zweite Bedingung des Verschwindens von A^2 und A_1^2 ist dieselbe in beiden Fällen, nämlich

$$(n_1 - n_2)l = \lambda, 2\lambda, 3\lambda \dots$$

Wir werden daher, wenn die Bedingung

$$\varphi_1 - \psi = 45^0 \quad \text{und resp.} \quad \chi = 90^0$$

stattfindet, und weisses Licht angewendet wird, die Polarisationsfarbe des einfallenden Lichtes genau gleich sehen, ob wir einen Dünnschliff zwischen zwei aufeinander senkrechten Nicols, oder aber ob wir ihn einfach im auffallenden Lichte beobachten. Der Unterschied liegt nur darin, dass zwischen zwei Nicols es vier Stellen der vollkommenen Auslöschung giebt, nämlich wenn $\sin 2\varphi = 0$ ist, während im auffallenden Lichte die Platte nur in einer bestimmten Stellung und bei einem bestimmten Incidenzwinkel die Polarisationsfarbe zurückwirft; in allen anderen Lagen ist das zurückgeworfene Licht weiss, denn durch Drehen der Platte oder durch Vergrösserung oder Verkleinerung des Incidenzwinkels hört die Bedingung $\varphi_1 - \psi = 45^0$ zu gelten auf, und die Polarisationsfarbe verschwindet somit oder schwächt sich ab.

Wenn wir Dünnschliffe von einem doppelbrechenden Krystalle, ganz besonders von Quarz oder z. B. Glimmer, im auffallenden Lichte betrachten, so können wir es immer dahin bringen, dass die Polarisationsfarbe zum Vorschein kommt, aber nur für bestimmte Incidenz-Winkel und -Ebenen; überhaupt geben alle gut polirten optisch einaxigen Dünnschliffe immer eine solche Erscheinung. Die optisch zweiaxigen Krystalle können nach bestimmten Ebenen geschnitten werden, denen parallele Dünnschliffe solche Erscheinungen der dünnen doppelbrechenden Blättchen nicht zu geben vermögen.

Von dieser Erscheinung sei nur die Hauptsache hier hervorgehoben, nämlich dass, wenn ein Dünnschliff einer doppelbrechenden Substanz gegeben ist, nur nach einer bestimmten Richtung die Polarisationsfarbe erscheinen kann.

Sind dünne Blättchen von optisch anisotropen Substanzen in einem Krystalle eingeschlossen, so werden sie die Polarisationsfarbe aussenden und die Erscheinung des Schillerns erzeugen; aber das dadurch hervorgehende Schillern kann nur für bestimmte Incidenzwinkel stattfinden.

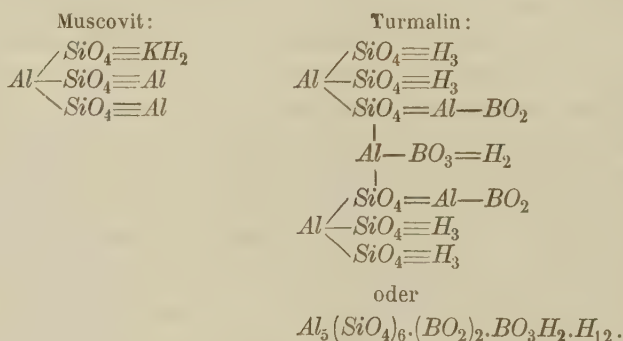
Die Erscheinung des Glaukisirens der oben untersuchten Feldspäthe, welche für alle Incidenzwinkel und Einfallsebenen möglich ist, kann daher nicht auf die Erscheinung der Polarisationsfarben von dünnen Blättchen zurückgeführt werden.

XI. Auszüge.

1. F. W. Clarke (in Washington, D. C.): **Zusammensetzung des Turmalins** (Amer. Journ. Science 1899, 8, 111—121)¹).

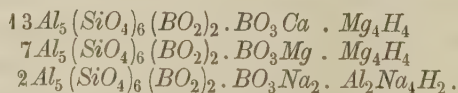
Der Verf. modificirt etwas seine frühere Formel für Turmalin (diese Zeitschrift 1899, 28, 326) und behauptet, dass alle Turmaline Derivate der Säure $H_{14}Al_5B_3Si_6O_{31}$, deren Wasserstoff durch Basen gänzlich ersetzt werden kann, sind. Nach Penfield und Foote ist diese Säure $H_{11}Al_3B_2Si_4O_{21}$ (diese Zeitschrift 1899, 31, 324).

Die Glimmerminerale sind nahe Verwandte des Turmalins, wie man unten bei Muscovit sieht, und vielleicht erklärt sich dadurch die leichte Umwandlung von Turmalin zu Glimmer.



Die folgende Discussion ist, wenn nicht anders angegeben, auf die Turmalinanalysen von Riggs (diese Zeitschr. 1889, 15, 438) gegründet.

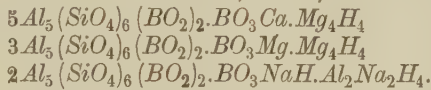
Der schwarze Magnesiaturmalin von Pierrepont, N. Y., entspricht der Molekularmischung



¹) S. auch Penfield, diese Zeitschr. 1900, 33, 527 f.

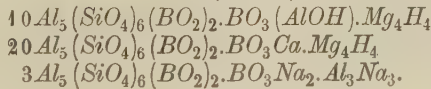
	Riggs:	Reducirt:	Ber. nach d. Mischung:
SiO_2	35,64	37,19	37,05
B_2O_3	10,15	10,51	10,80
Al_2O_3	25,29	} 27,10	27,19
Fe_2O_3	0,44		
TiO_2	0,55		
CaO	3,31	3,45	3,40
FeO	8,19	} 16,31	16,28
MgO	11,07		
Na_2O	1,51	} 1,72	1,74
K_2O	0,20		
H_2O	3,34	} 3,72	3,54
F	0,27		
	99,93	100,00	100,00

Der braune Turmalin von Gouverneur, N. Y., besteht aus:



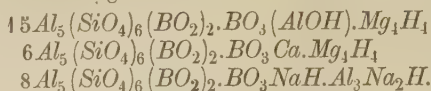
	Riggs:	Reducirt:	Ber. f. d. Mischung:
SiO_2	37,39	37,54	37,32
B_2O_3	10,73	10,76	10,88
Al_2O_3	27,79	} 28,72	28,53
Fe_2O_3	0,10		
TiO_2	1,19		
FeO	0,64	} 14,51	14,52
MgO	14,09		
CaO	2,78	2,79	2,90
Na_2O	1,72	} 1,83	1,93
K_2O	0,16		
H_2O	3,83	3,85	3,92
	100,42	100,00	100,00

Der weisse Turmalin von De Kalb, N. Y., entspricht:



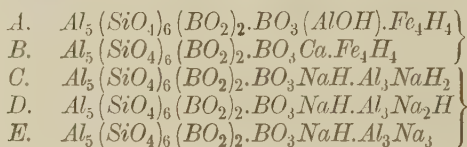
Penfield u. Foote:		Riggs:	P. u. F.:	Riggs:	Mittel:	Ber. f. d. Mischung.
SiO_2	36,72	36,88	36,56	36,81	36,69	36,79
TiO_2	0,05	0,12	—	—	—	—
B_2O_3	10,81	10,58	10,76	10,56	10,66	10,74
Al_2O_3	29,68	28,87	29,55	28,81	29,18	29,07
FeO	0,22	0,52	} 14,97	14,79	14,88	14,86
MgO	14,92	14,53				
CaO	3,49	3,70	3,47	3,69	3,58	3,48
Na_2O	1,26	1,39	} 1,28	1,50	1,39	1,44
K_2O	0,05	0,18				
H_2O	2,98	3,56	} 3,41	3,84	3,62	3,62
F	0,93	0,50				
	101,41	100,83	100,00	100,00	100,00	100,00

Der dunkelbraune Turmalin von Orford, N. H., und von Monroe, Conn., entspricht approx der Mischung:



	Riggs.		Reducirt.		Ber. f. d. Mischung:
	Orford:	Monroe:	Orford:	Monroe:	
SiO_2	36,66	36,44	36,96	37,34	36,84
B_2O_3	10,07	9,65	10,16	9,89	10,74
Al_2O_3	32,84	34,27	33,28	33,13	33,11
TiO_2	0,23	1,64			
FeO	2,50	3,80	11,84	11,88	11,85
MgO	10,35	9,47			
CaO	1,55	0,98	1,36	1,00	1,19
Na_2O	2,42	2,68	2,58	2,88	2,62
K_2O	0,22	0,21			
H_2O	3,78	3,79	3,82	3,88	3,65
	400,42	99,87	400,00	400,00	400,00

Alle von Riggs analysirten Eisenturmaline reduciren sich auf Mischungen der isomorphen Moleküle:



Der schwarze Turmalin von Brasilien und der von Stony Point, N. C., entsprechen der Mischung $A_{13}B_2C_9$; derjenige von Auburn, Maine, $A_{35}B_2C_{27}$; der von Paris, Maine, $A_{10}B_1C_9$. Das Molekül A ist im Ueberschuss gegen die beiden anderen, eine Bedingung, welche die Analysen erfüllen, während nach der Formel von Penfield und Foote A genau gleich $B + C$ sein sollte.

Die betreffenden Analysen sind wie folgt:

	Riggs.		Reducirt.		Berechnet für $A_{13}B_2C_9$:
	Brasilien:	Stony Point:	Brasilien:	Stony Point:	
SiO_2	34,63	35,56	34,26	34,10	34,27
B_2O_3	9,63	10,40	9,54	9,98	9,99
TiO_2	—	0,55	32,54	32,37	32,36
Al_2O_3	32,70	33,38			
Fe_2O_3	0,31	—	17,45	17,33	17,14
FeO	13,69	8,49			
MnO	0,12	0,04	2,40	2,22	2,22
MgO	2,13	5,44			
CaO	0,33	0,53	3,48	3,48	3,57
Li_2O	0,08	Spur			
Na_2O	2,11	2,16	3,48	3,48	3,57
K_2O	0,23	0,24			
H_2O	3,49	3,63	3,48	3,48	3,57
F	0,06	—			
	99,52	400,42	400,00	400,00	400,00

	Auburn:	Reducirt:	Berechnet für $A_{35}B_2C_{27}$:	Paris:	Reducirt:	Berechnet für $A_{10}B_1C_9$:
SiO_2	34,99	34,75	34,48	35,03	34,70	34,62
B_2O_3	9,63	9,56	10,06	9,02	8,94	10,10
Al_2O_3	33,96	33,73	33,28	34,44	34,82	33,60
Fe_2O_3	—			4,13		
FeO	14,23			12,10		
MnO	0,06	15,99	15,95	0,08	15,30	15,23
MgO	4,01			1,81		
CaO	0,15			0,24		
Li_2O	—	2,23	2,50	0,07	2,33	2,67
Na_2O	2,01			2,03		
K_2O	0,34			0,25		
H_2O	3,62	3,59	3,56	3,69	3,66	3,51
	100,00	100,00	100,00	99,89	100,00	100,00

Der schwarze Turmalin von Haddam, Conn., ist durch die Formel $A_4B_1D_2$ und derjenige von Nantic Gulf durch $A_6B_7C_3E_1$ repräsentirt.

	Haddam:	Reducirt:	Berechnet für $A_4B_1D_2$:	Nantic Gulf:	Reducirt:	Berechnet für $A_6B_7C_3E_1$:
SiO_2	34,95	33,78	33,67	35,34	33,34	33,60
B_2O_3	9,92	9,60	9,82	10,45	9,86	9,80
TiO_2	0,57	30,74	30,67	0,40	29,01	28,84
Al_2O_3	31,11			30,49		
Fe_2O_3	0,50			—		
FeO	11,87	19,31	19,24	8,22	20,46	20,55
MnO	0,09			Spur		
MgO	4,45			7,76		
CaO	0,81	0,78	0,75	2,32	2,19	2,15
Na_2O	2,22	2,30	2,48	1,76	1,74	1,70
K_2O	0,24			0,15		
H_2O	3,62	3,49	3,37	3,60	3,40	3,36
	100,35	100,00	100,00	100,49	100,00	100,00

Der rothe Lithionturmalin von Brasilien und von Rumford, Maine, ist sehr nahezu durch die Formel $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2BO_3R'H.Al_3R'H_2$ mit $Li:Na$ approx. 5 : 4 repräsentirt.

Der grüne Turmalin entspricht Mischungen der folgenden Molekultypen:

- A. $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2.BO_3(AlOH).Fe_1H_4$
- B. $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2.BO_3Ca.Fe_4H_1$
- C. $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2.BO_3LiH.Al_2Li_2H_4$
- D. $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2.BO_3NaH.Al_3NaH_2$
- E. $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2.BO_3H_2.Al_3NaH_2$.

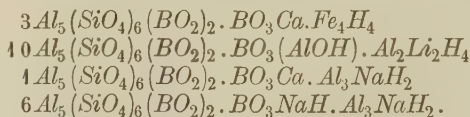
Der dunkelgrüne Turmalin von Rumford, Maine, ist $A_6B_2C_7D_{14}E_5$; der von Auburn, Maine, $A_8B_1C_8D_{17}$; der hellgrüne von Auburn ist $A_2B_3C_{10}D_8E_{12}$, und der fast farblose von Auburn ist $A_1B_3C_{20}D_{10}E_{35}$. Der dunkelgrüne von Brasilien ist $A_2B_1C_6D_8$ und der hellgrüne $A_1B_2C_9D_8E_5$.

Beim Vergleich mit den reducirten Riggs'schen Analysen erhalten wir:

	Rumford.		Auburn, dunkel.		Auburn, mittel.	
	Reducirt:	Ber.:	Reducirt:	Ber.:	Reducirt:	Ber.:
SiO_2	36,68	36,69	36,37	36,45	37,95	37,52
B_2O_3	10,26	10,69	9,98	10,63	10,57	10,94
Al_2O_3	38,26	37,74	36,89	37,24	38,14	39,02
FeO	6,78	6,90	7,94	7,72	4,47	4,28
CaO	0,34	0,34	0,17	0,16	0,50	0,50
Na_2O	3,12	3,07	3,19	3,14	2,58	2,58
Li_2O	0,95	0,94	1,06	1,07	1,35	1,35
H_2O	3,61	3,63	4,40	3,62	4,47	3,84
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

	Auburn, hell.		Brasilien, dunkel.		Brasilien, hell.	
	Reducirt:	Ber.:	Reducirt:	Ber.:	Reducirt:	Ber.:
SiO_2	38,25	37,92	37,24	37,14	37,49	37,64
B_2O_3	10,30	11,05	9,95	10,83	10,32	10,97
Al_2O_3	39,92	40,17	38,66	38,07	39,86	39,04
FeO	2,75	2,56	5,49	5,24	3,74	3,61
CaO	0,43	0,49	0,39	0,35	0,49	0,46
Na_2O	2,55	2,53	2,90	3,04	2,59	2,76
Li_2O	1,34	1,34	1,63	1,64	1,74	1,69
H_2O	4,46	3,94	3,74	3,72	3,80	3,83
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Turmalin von Haddam Neck, Conn., von Penfield und Foote analysirt, entspricht genau der Molekularmischung:

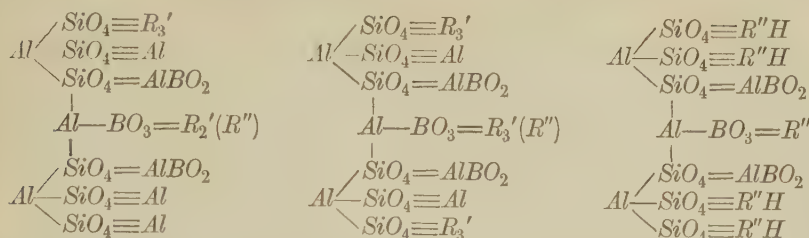


	Haddam Neck.		
	Gefunden:	Reducirt:	Ber. für Mischung:
SiO_2	36,96	36,75	36,86
B_2O_3	11,00	10,94	10,74
TiO_2	0,03	39,35	39,44
Al_2O_3	39,56		
FeO	2,14	4,35	4,43
MnO	2,00		
MgO	0,15		
CaO	1,28	1,27	1,15
Na_2O	2,10	2,09	2,07
Li_2O	1,64	1,63	1,54
H_2O	3,10	3,62	3,77
F	1,13		
	101,09	100,00	100,00

Der Magnesiaturmalin von Hamburg, N. J., von Riggs analysirt, zeigt Abweichungen, welche vielleicht durch die Anwesenheit eines Moleküls $Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 \cdot BO_3R_2 \cdot R_6$ verursacht sind.

Die Turmalinalanalysen von Jannasch und Kalb (diese Zeitschr. 1894, 19, 630) harmoniren ebenfalls mit dieser Auffassung.

Die scheinbar complicirten Formeln können auf wenige allgemeine Ausdrücke reducirt werden wie folgt:



Das von allen Chemikern angenommene Verhältniss $\text{Si} : \text{B} = 2 : 1$ oder $4\text{SiO}_2 : \text{B}_2\text{O}_3$ variirt ziemlich weit bei manchen Turmalinen, indem die Borsäure oft zu niedrig ist, wie z. B. bei den Riggs'schen Analysen.

	SiO_2	B_2O_3 gefunden:	B_2O_3 berechnet:	Diff.:
Rumford, roth	38,07	9,99	11,10	— 1,11
Paris, schwarz	35,03	9,02	10,22	— 1,20
Monroe, braun	36,44	9,65	10,62	— 0,97
Brasilien, grün	36,94	9,87	10,76	— 0,89
Auburn, farblos	38,14	10,25	11,12	— 0,87

Ebenso bei den Analysen von Jannasch und Kalb:

	SiO_2	B_2O_3 gefunden:	B_2O_3 berechnet:	Diff.:
Snarum	35,64	9,93	10,40	— 0,47
Mursinka	34,88	8,94	10,17	— 1,23
Buckworth	35,50	8,34	10,35	— 2,01
Brasilien	37,05	9,09	10,84	— 1,72

Wenn wir die bivalente Gruppe $=\text{Al}-\text{BO}_2$ in den oben gegebenen Formeln durch die gleichartigen Gruppen $=\text{Al}-\text{OH}$ und $=\text{Al}-\text{F}$ ersetzen, so lassen sich diese Abweichungen in Uebereinstimmung mit den Analysen erklären.

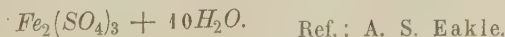
Ref.: A. S. Eakle.

2. O. Kuntze (in Iowa City, Iowa): Ueber das Vorkommen von Quenstedtit in der Nähe von Montpelier, Iowa (Amer. Journ. Science 1899, 8, 119—124).

Das Mineral kommt als gelber Ueberzug auf Sandstein vor. Leicht löslich in Wasser. Härte 2,5. Die Analyse ergab:

		Wasserverlust:	
SO_3	39,01	bei 105°	21,04
Al_2O_3	0,27	- 110	4,05
Fe_2O_3	26,86	- 130	0,79
H_2O	32,32	- 140	4,06
Unlöslich	1,79	- Rothgluth	2,38
	100,25		32,32
Spec. Gew.	2,212		

$\text{SO}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{H}_2\text{O} = 2,87 : 1 : 10,5$, entsprechend der Formel



Ref.: A. S. Eakle.

3. N. H. Winchell (in Minneapolis, Minn.): **Optische Eigenschaften des Jacksonits** (Amer. Journ. Science 1899, 8, 250—254).

Dünnschliffe des Jacksonits von Isle Royal zeigen eine dichtverworfene, kurzfasrige Structur des Minerals. Die Fasern sind optisch positiv, mit der Axenebene parallel der Längsrichtung; die Doppelbrechung ist gleich der des Lintonit; der Auslöschungswinkel ist klein, zuweilen Null. Das Mineral scheint daher monoklin, mit Axe a fast parallel den Fasern. Die rosafarbige Varietät hat ein niedrigeres spezifisches Gewicht, als die grüne. Rosa = 2,68, grün = 2,884. Das Mineral ähnelt sehr dem Lintonit, und vielleicht wird eine chemische Analyse beweisen, dass beide identisch sind.

Ref.: A. S. Eakle.

4. Derselbe: **Adular und andere secundäre Mineralien aus kupferhaltigen Gesteinen** (Ebenda 317—318).

Adularfeldspath kommt in dicken Massen auf gediegenem Kupfer, begleitet von Calcit, auf der Minong-Mine, Isle Royal, vor. Die Krystalle sind klein, mit Glasglanz. Axenwinkel klein, c spitze Bisectrix. Die Auslöschung auf der Spaltungsfläche $\{001\}$ ist nicht immer parallel $[100]$, sondern bis 9° schief.

Prehnit kommt am French River nahe Duluth und am Knife River, begleitet von Thomsonit und anderen Zeolithen, und mit Kupfer auf Isle Royal, vor.

Delessit bildet kleine Sphärolithe in den Diabasgesteinen dieses Districts.

Ref.: A. S. Eakle.

5. W. G. Miller (in Kingston, Ontario): **Notizen über korundhaltige Gesteine von Ost-Ontario** (Amer. Geologist 1899, 24, 276—282)¹⁾.

Die Analysen des Bytownit und der Hornblende des korundhaltigen Anorthosits von Sud Sherbrook, Ontario, ergaben:

	Bytownit:	Hornblende:
SiO_2	48,42	44,40
Al_2O_3	34,54	45,39
Fe_2O_3	0,36	7,04
FeO	—	7,17
MnO	—	Spur
CaO	46,30	42,53
MgO	Spur	40,34
K_2O	0,45	4,56
Na_2O	4,91	3,58
H_2O	—	0,84
	101,38	99,76
Spec. Gew.	2,734	3,48 bei $45^\circ C$.

Ref.: A. S. Eakle.

6. W. W. Miller (in Charlottesville, Va.): **Analyse von Smithsonit aus Arkansas** (Amer. Chem. Journ. 1899, 22, 218—219).

Das Mineral kommt auf der Morning Star-Mine, Searcy County, 50 Meilen von Batesville, Arkansas, vor, begleitet von Zinkblende; traubenförmig, grau-weiss, perlmutterartiger Glanz, durchscheinend; spec. Gew. 4,179. Härte 5. Die Analyse ergab:

1) S. auch das Ref. 24, S. 212.

<i>ZnO</i>	63,67
<i>CdO</i>	1,06
<i>CuO</i>	0,24
<i>FeO</i>	0,07
<i>CO₂</i>	34,69
<i>SiO₂</i>	0,52
	<hr/> 100,22

Ref.: A. S. Eakle.

7. F. P. King (in Baltimore, Md.): **Krystallform des Tetramethylammoniumcadmiumchlorid** $[N(CH_3)_4]CdCl_3$ (aus: C. D. Ragland, Some Double Halides of Cadmium with the Methylamines and Tetramethylammonium. Ebenda 417—434). — Krystallisirt aus Wasser in langen Prismen.

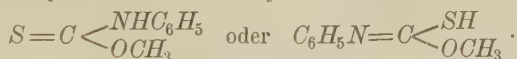
Hexagonal. $c = 0,73487$.

$$\begin{aligned} (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1) &= 37^\circ 45' \\ (10\bar{1}1) : (10\bar{1}0) &= 49\ 39 \end{aligned}$$

Ref.: A. S. Eakle.

8. J. E. Gignoux (in Ithaca, N. Y.): **Krystallformen einiger organischer Verbindungen** (aus: W. R. Orndorff und F. A. Richmond, Phenyl Mustard Oil for the Detection of the Alcoholic Hydroxyl Group. Ebenda 458—472).

Methylester der Phenylsulfocarbamidsäure



Krystallisirt aus Alkohol in dünnen Tafeln nach $\{001\}$. Schmelzpunkt 97°C . Triklin, vielleicht hemiëdrisch.

$$\alpha = 63^\circ 20', \beta = 128^\circ 53', \gamma = 103^\circ 9'.$$

$a : b : c = 0,6065 : 1 : 0,5543$, berechnet aus Messungen von 34 Krystallen.

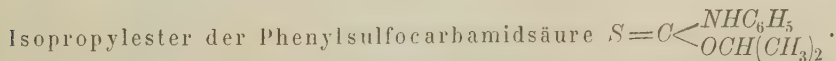
Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{2\bar{2}\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{04\bar{3}\}$.

Gemessen:

$$\begin{aligned} (001) : (100) &= *57^\circ 24' \\ (001) : (010) &= *108\ 38 \\ (010) : (100) &= *99\ 59 \end{aligned}$$



Triklin. Krystallisirt aus Alkohol in farblosen, sechsseitigen Prismen, deren Winkel $68^\circ 29'$, $72^\circ 6'$ und $39^\circ 25'$ waren, ohne Endflächen. Schmelzp. 48°C .



Krystallisirt aus Alkohol in farblosen Krystallen. Schmelzpunkt $85,5^\circ\text{C}$.

Monoklin. $a : b : c = 0,6777 : 1 : 1,8325$; $\beta = 92^\circ 31'$.

Beobachtete Formen: $\{\bar{1}11\}$, $\{111\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{110\}$, $\{010\}$.

(001):(110)	= 87° 55'
(001):($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	74 53
(001):(111)	71 5
(001):(011)	61 24
($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$):(111)	104 43
($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$):($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	65 35
(111):(111)	64 6
(111):(110)	46 47
($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$):($\bar{1}\bar{1}\bar{0}$)	47 42
(111):(011)	51 36
($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$):(011)	53 7
(010):(011)	28 39

Ref.: A. S. Eakle.

9. C. W. Volney (in New York): **Ueber die Zusammensetzung von Barytocölestin** (Journ. Amer. Chem. Soc. 1899, **21**, 386—388).

Das Mineral kommt als wohlausgebildete Krystalle in krystallinischem Kalkstein von Ost-Ontario vor. Die Analyse ergab:

		Berechnet für $BaSr_3(SO_4)_4$
$BaSO_4$	30,850	$BaSO_4$ 29,76
$SrSO_4$	70,040	$SrSO_4$ 70,24
Al_2O_3 }	0,005	400,00
Fe_2O_3 }		
	400,865	
Spec. Gew.	4,488	

Eine frühere Analyse von anderem Material ergab:

		Berechnet für $BaSr_2(SO_4)_3$
$BaSO_4$	39,85	38,86
$SrSO_4$	58,20	61,14
	98,05	100,00
Spec. Gew.	4,123	

Ref.: A. S. Eakle.

10. G. Steiger (in Washington, D. C.): **Die Löslichkeit einiger Silicate in Wasser** (Ebenda 437—439).

Ein halbes Gramm des gepulverten Minerals wurde in ein 2-Unzen-Fläschchen mit 50 ccm destillirtem Wasser gebracht; nach einem Monate bei 70° Fahrenheit constanter Temperatur wurde die abfiltrirte Lösung mittelst normaler Salzsäure mit Methylorange-Indicator titirt. Die Resultate, berechnet als Na_2O , sind wie folgt:

	Formel:	Totalprocent der Alkalien nach d. Anal.:	Aequivalent von Na_2O ind. Lösung:
Pektolith, Bergen Hill, N. J.	$Ca_2(SiO_3)_3NaH$	9,14	0,57
Muscovit	$Al_3(SiO_4)_3KH_2$	10,00	0,32
Natrolith, N. J.	$Al_2(SiO_4)_3Na_2H_4$	15,79	0,30
Lintonit, Lake Superior	$Al_6(SiO_4)_6(Ca,Na)_3 \cdot 7H_2O$	5,92	0,29
Phlogopit, Edwards, N. Y.	$Al(SiO_4)_3Mg_3KH_2$	9,32	0,22
Laumontit	$Al_2(SiO_4)Si_3O_8Ca \cdot 4H_2O$	1,00	0,18

Lepidolith, Maine	$\left\{ KHLiAl_3(SiO_4)_3 \right\}$	13,00	0,18
Eläolith, Litchfield, Me.	$\left\{ K_3Li_3(AlF_2)_3Al(Si_3O_8)_3 \right\}$	21,17	0,16
Heulandit, Nova Scotia	$Al_3(SiO_4)_3Na_3$	2,00	0,13
Orthoklas	$Al_6(Si_3O_8)_6(Ca,Na_2)_3 \cdot 16H_2O$	16,00	0,11
Analcim	$NaAl(SiO_3)_2 \cdot H_2O$	14,00	0,10
Oligoklas, Bakersville, N. C.	$\left\{ AlNaSi_3O_8 \right\}$	9,18	0,09
Albit	$\left\{ Al_2CaSi_2O_8 \right\}$	12,10	0,07
Wernerit, St. Lawrence Co., N. Y.	$\left\{ Ca_4Al_6Si_6O_{25} \right\}$	11,09	0,07
Leucit, Vesuv, Italien	$\left\{ Na_4Al_3Si_9O_{24}Cl \right\}$	24,39	0,06
Stilbit, Nova Scotia	$KAl(SiO_3)_2$	1,00	0,05
Chabasit, - -	$Al_2(Si_3O_8)_2(Ca,Na_2) \cdot 6H_2O$	7,10	0,05

Ref.: A. S. Eakle.

11. G. W. Sargent (in ?): Die quantitative Bestimmung der Borsäure in Turmalin (Ebenda 858—888).

Eine Analyse von braunem Turmalin von Mc. Affee, New Jersey, ergab:

SiO_2	33,72
B_2O_3	10,00
Al_2O_3	25,88
Fe_2O_3	1,82
FeO	3,23
CaO	6,92
MgO	14,07
K_2O	0,20
Na_2O	2,52
H_2O (Glühverl.)	1,80
	100,16

Ref.: A. S. Eakle.

12. H. P. Patton (in Golden, Color.): Turmalin und Turmalinschiefer von Belcher Hill, Colorado (Bull. Geol. Soc. Amer. 1899, 10, 21—26).

Kleine Prismen, Nadeln und Körner von schwarzem Turmalin kommen in Pegmatitgängen und als Ausfüllungen in Schieferklüften am Belcher Hill, in der Nähe von Golden, Colorado, vor. Die Körner und Nadeln ersetzen oft den Biotit, gelegentlich den Feldspath und den Quarz im Glimmerschiefer am Contact mit Pegmatit- oder Quarzgängen.

Ref.: A. S. Eakle.

13. I. C. White (in Morgantown, W. Va.): Entstehung des Grahamits (Ebenda 277—284).

Aus seinen Beobachtungen über die Grahamitlagerstätte von Ritchie County, West-Virginia, schliesst Verf., dass Grahamit, Albertit, Gilsonit und Asphalt Oxydationsproducte des Petroleums sind.

Ref.: A. S. Eakle.

14. A. F. Rogers (in Lawrence, Kan.): **Cuprogoslarit, eine neue Varietät des schwefelsauren Zinks** (Kansas Univ. Quart. 1899, 8, 405—406).

Das Mineral wurde in Galena, Cherokee County, Kansas, im August 1898 gefunden. Es kommt in Ueberzügen an den Wänden der Sunshine-Mine vor. Durchscheinend, hell grünlichblau; vollkommen löslich in kaltem Wasser; efflorescirt; schmilzt leicht zu einem schwarzen nicht-magnetischen Kügelchen und färbt die Flamme grün. Die Analyse ergab:

<i>ZnO</i>	23,83	Die Analyse entspricht:	<i>ZnSO₄</i>	45,16
<i>CuO</i>	6,68		<i>CuSO₄</i>	12,48
<i>FeO</i>	0,13		<i>FeSO₄</i>	0,27
<i>H₂O</i>	41,76		<i>H₂O</i>	41,76
<i>SO₃</i>	27,02		Unlöslich	0,58
Unlöslich	0,58			100,25
	100,00			

Ref.: A. S. Eakle.

15. Derselbe: Normalankerit von Phelps County, Missouri (Ebenda 183).

Das Mineral wurde ungefähr 6 Meilen südwestlich von Rolla, Phelps County, Missouri, 1897 gefunden. Es kommt in krystallinischen Massen, begleitet von Hämatit, Siderit, Calcit und Amethyst, vor. Spec. Gew. = 2,99. Die Analyse ergab:

	Die Analyse entspricht:	Verhältniss:	Theorie für <i>2CaCO₃.MgCO₃.FeCO₃</i>
<i>CaO</i>	28,44	<i>CaCO₃</i> 50,74	2,00 28,00
<i>MgO</i>	10,20	<i>MgCO₃</i> 21,34	0,99 10,03
<i>FeO</i>	17,22	<i>FeCO₃</i> 27,75	0,94 18,00
<i>CO₂</i>	44,21	99,83	43,97
	100,04		100,00

Ref.: A. S. Eakle.

16. S. H. Hamilton (in Philadelphia, Penn.): **Monazit von Delaware County, Pennsylvanien** (Proc. Philad. Acad. Nat. Science 1899, Part. II, 377—378).

Vollständige Krystalle und Fragmente von Monazit wurden in der Nähe von Morgan Station, ungefähr 5 Meilen von Chester, Pennsylvanien, begleitet von Magnetit, Hämatit, grünem Glimmer, Quarz und fleischrothem Feldspath, gefunden. Die beobachteten Formen waren {100}, {101} und {111}.

Ref.: A. S. Eakle.

17. R. A. Daly (in Cambridge, Mass.): **Ueber die optischen Verhältnisse der verticalen Zone der Amphibole und Pyroxene, und über eine neue Methode zur Bestimmung der Auslöschungswinkel dieser Mineralien vermittelst Spaltungsstücke** (Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences, 1899, 34, 311—323).

Der Auslöschungswinkel einer prismatischen Spaltungsebene eines negativen Amphibols oder eines Pyroxens kann durch die Formel:

$$2\theta = \frac{(\tan \alpha - \tan \beta) \cos C}{1 + \tan \alpha \tan \beta \cos^2 C}$$

berechnet werden, worin θ die Auslöschungsschiefe der Spaltungsebene, α und β die Winkel zwischen den optischen Axen und der Verticalaxe und C den Winkel zwischen der Spaltungsebene und $\{010\}$ bedeuten. Vermittelt dieser Formel hat Verf. die entsprechenden Werthe von θ ausgerechnet, wenn die Auslöschungswinkel (ϱ) auf $\{010\}$ für jeden Grad von 20° bis 25° , $2V = 50^\circ$, 60° , 70° , 80° und 90° und $C = 62\frac{1}{4}^\circ$, gegeben sind; eine zweite Tabelle ist für Pyroxen, worin $\varrho = 35^\circ$ bis 54° , $2V = 50^\circ$, 60° und 70° und der Spaltungswinkel $= 92^\circ 54'$, gegeben.

Die obige Formel ist ein specieller Fall der Formel von Cesàro zur Bestimmung der Auslöschung irgend einer Zonenfläche (diese Zeitschr. 1897, 28, 184).

Durch die Messungen von zwei Auslöschungswinkeln θ' und θ'' , entsprechend zwei Stellungen C' und C'' , auf der Spaltungsfläche eines Amphibols oder eines Pyroxens, kann man die Auslöschung auf $\{010\}$ berechnen, ohne die optischen Axenwinkel zu wissen, vermittelt der Formel:

$$\text{tang } 2\varrho = \frac{\text{tang } 2\theta' \text{ tang } 2\theta'' \sin (C' + C'') \sin (C' - C'')}{\text{tang } 2\theta' \sin^2 C' \cos C'' - \text{tang } 2\theta'' \sin^2 C'' \cos C'}$$

Die neue Stellung C'' wird durch eine Drehung des Spaltungsstückes auf einem Fedorow'schen Drehtische um einen bestimmten Winkel, am besten 45° , d. h. $C'' = C' + 45^\circ$, erhalten.

Ref.: A. S. Eakle.

18. Derselbe: Eine vergleichende Untersuchung von Aetzfiguren; die Amphibole und Pyroxene (Ebenda 373—429).

Der Verf. beschreibt die Aetzfiguren auf den Flächen der Amphibole und Pyroxene, hervorgebracht durch Fluorwasserstoff bei 100° C. , und gelangt zu folgenden Resultaten: Die relative Angreifbarkeit der Amphibole durch HF in der Ordnung des grössten Widerstandes (gemessen durch die zur Hervorbringung guter Aetzfiguren nöthigen Zeitdauer) ergab sich: 1. für die rhombischen Amphibole (2 Min.), 2. Aktinolith (2 Min.), 3. Tremolit (3 Min.), 4. Glaukophan (2 Min.), 5. die hellgefärbten, monoklinen, aluminiumhaltigen Amphibole (2—3 Min.), 6. die gemeine grüne Hornblende, 7. basaltische Hornblende (1—2 Min.), 8. Richterit, 9. Arfvedsonit ($\frac{1}{2}$ Min.), 10. Riebeckit ($\frac{3}{4}$ Min.), 11. Aenigmatit ($\frac{1}{3}$ Min.). Der Widerstand gegen Auflösung nimmt mit der Zunahme von Natron und Eisenoxyd ab. Die Formen der aluminiumhaltigen Amphibole zeigen folgende Reihenfolge des Widerstandes, mit dem grössten beginnend: $\{111\}$, $\{011\}$, $\{130\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$.

Spaltungsflächen $\{110\}$ der sämmtlichen aluminiumfreien Amphibole, ausgenommen Riebeckit, ergaben fast identische Aetzfiguren. Diese waren ungleichseitige Dreiecke und zwar gebogene mit einer kurzen geradlinigen Seite und mit spitzestem Winkel unten (\gg Aktinolithypus \ll). Die Aetzfiguren auf $\{100\}$ der aluminiumhaltigen Amphibole waren von drei Typen, nämlich basaltische Hornblende-, Glaukophan- und Arfvedsonittypus. Der Hornblendetypus lässt sich weiter in vier Untertypen unterscheiden, nämlich Wolfsberg-, Kragerö-, Edenit- und Phillipstadtypus, von denen aber dem ersteren die meisten Hornblendenden angehören. Diese Aetzvertiefungen sind ungleichseitige Dreiecke mit gebogenen Seiten und mit spitzestem Winkel unten, aber ungleich dem Aktinolithypus. Der Glaukophantypus besteht in geradlinigen Dreiecken, deren längste Seite parallel den Spaltungsrisen liegt. Gastaldit zeigte identische Figuren. Der Arfvedsonittypus

zeigte auf (110) lange, schmale, spindelförmige Aetzgruben, deren Längsaxe 2^0 schief zur Spaltungslinie liegt. Das Mineral scheint daher eine unabhängige Stellung in der Amphibolreihe einzunehmen. Pargasit, Karinthin, Gamsigradit, Syntagmatit und Barkevikit ergaben den »Wolfsbergtypus« von Aetzfiguren. Riebeckit zeigte Wolfsberg- und Edenittypus.

Aktinolith zeigte auf (010) Parallelogramme, auf (100) schlanke gleichschenkelige Dreiecke mit spitzem Winkel nach oben und auf (101) gleichschenkelige Dreiecke mit gebogener Basis und spitzem Winkel nach unten.

Die aluminiumhaltigen Amphibole zeigten auf (100) gleichschenkelige Dreiecke und auf (101) pentagonale Vertiefungen mit spitzem Winkel nach unten.

Die Aetzerscheinungen sprechen für die holoëdrische Symmetrie sämtlicher Amphibole und für den Isomorphismus zwischen den verschiedenen Gliedern derselben Gruppe, aber gegen denjenigen zwischen den aluminiumfreien und den aluminiumhaltigen Gruppen.

Eine grosse Aehnlichkeit existirt in Bezug auf die Aetzfiguren zwischen der Amphibol- und der Pyroxensubstanz. Aktinolith und Diopsid ergaben resp. auf (100) und auf (010) ähnliche Figuren; ebenso verwandt erwiesen sich diejenigen von Hornblende und Augit.

Die Aetzfiguren auf Anthophyllit und Gedrit beweisen den holoëdrisch-rhombischen Charakter dieser beiden Mineralien. Die Aetzfiguren auf Aenigmatit nähern sich sehr der monoklinen Symmetrie.

Ref.: A. S. Eakle.

19. R. A. Daly (in Cambridge, Mass.): Ueber eine neue Varietät von Hornblende (Proc. Amer. Acad. of Arts und Sciences, 1899, 34, 433—437).

Das Mineral stammt von Philipstad in Schweden. Hervorragende zonare Structur. Beobachtete Formen: {110}, {010}, {100}, {130} und {011}.

Gemessen:

(110) : (130)	=	29° 51'
(010) : (130)		32 37
(110) : (110)		55 49 — 55° 43'
(110) : (010)		62 40
(110) : (011)		68 33
(011) : (011)		30 48

Optische Axenebene {010}. $c : \bar{c} = 15^0 9'$ im stumpfen Winkel β (Natriumlicht). Doppelbrechung schwach, negativ.

$$2H = 53^0 24' \text{ in Oel mit dem Index} = 1,609$$

$$2H = 57 \text{ } 24 \text{ } - \text{ } - \text{ } - \text{ } - \text{ } = 1,5011.$$

Dispersion schwach, $q < v$. Auslöschung auf (110) zwischen 47^0 und $22^0 30'$. Starker Pleochroismus.

a = hell bräunlichgrün,
 b = dunkel gelblichgrün,
 c = dunkel blaugrün.
 $b > c > a$.

Die Analyse von M. Pisani ergab:

SiO_2	45,20
TiO_2	0,84
Al_2O_3	7,34
Fe_2O_3	7,55
FeO	15,80
MnO	1,52
CaO	12,30
MgO	8,40
Na_2O	0,80
K_2O	0,37
H_2O (Glühverl.)	0,70
	100,82

Spec. Gew. 3,275 bei 16° C.

Ref.: A. S. Eakle.

20. G. C. Hoffmann (in Ottawa, Canada): **Ueber canadische Mineralien** (Ann. Rept. Geol. Surv. of Canada f. 1898. Ottawa 1900, **11**, Part R). Analysen von R. A. A. Johnston.

Cölestin. Ein milchweisser, perlmutterglänzender, durchscheinender, radialstrahliger, derber Cölestin kommt als ein 8 bis 10 Fuss mächtiger Gang in der laurentischen Formation von Bagot, Renfrew County, Ontario, vor. Die Analyse ergab:

SO_3	42,09	Dies entspricht:	
SrO	48,30	$SrSO_4$	85,63
BaO	9,44	$BaSO_4$	14,38
CaO	Spur	$CaSO_4$	Spur
	99,83		100,01

Spec. Gew. = 3,994 bei 15,5° C.

Hübnerit. Das Mineral kommt in schmalen Gängen und unregellosen Massen mit lamellarer Structur in Quarz, begleitet von Chalkopyrit und gelblichem wasserhaltigem Glimmer, bei Emerald, ungefähr 9 Meilen von Margaree Forks, Inverness County, Nova Scotia, vor. Bräunlichschwarze Farbe; halbm metallischer Glanz; muscheliger Bruch; bräunlichgelber Strich. Die Analyse ergab:

WO_3	74,28
MoO_3	Spur
MnO	22,73
FeO	0,47
CaO	0,02
MgO	0,86
SiO_2	1,33
	99,69

Spec. Gew. = 6,975 bei 15,5° C.

Hydromagnesit. Eine grosse Lagerstätte dieses Minerals kommt in der Nähe des »108-Mile-House« an der Cariboostasse, 93 Meilen nördlich von Ashcroft, Lilloet-District, Britisch Columbia, vor. Eine Analyse des rein weissen Materials ergab:

CO_2	37,03
MgO	43,71
CaO	0,10
Al_2O_3	0,02
Fe_2O_3	0,04
P_2O_5	0,30
SiO_2	0,38
H_2O und etwas organ. Subst.	17,79
Unlöslich	4,53
	<hr/> 100,90

Ein anderes Vorkommen ist bei Atlin City, nahe Atlinsee, im Cassiar-District.

Soda. Dieses Mineral bedeckt den Boden des Goodenough-Sees, der ungefähr 28 Meilen nördlich von Clinton, Lilloet-District, British Columbia, liegt. Die Menge dieser Ablagerung entspricht approx. 20 000 Tons.

Die Analyse eines farblosen, durscheinenden Stückes ergab:

Na_2O	24,36	Die Analyse entspricht:	
NH_3	wenig	Na_2CO_3	35,54
SO_3	0,08	$NaHCO_3$	1,34
P_2O_5	0,04	Na_2SO_4	0,14
B_2O_3	Spur	$NaCl$	0,02
CO_2 Glühverlust	0,29	$Na_2B_4O_7$	Spur
CO_2 im gegl. Residuum	15,17	$(NaH.NH_4)PO_4$	0,02
Cl	0,04	H_2O	62,89
SiO_2	0,04		<hr/> 99,95
H_2O (directe Best.)	63,03		
	<hr/> 99,96		

Andere Mineralvorkommnisse, welche erwähnt werden, sind folgende:

Gediegen Arsen in Calcit von Eight Mile Creek, West-Kootenay-District, British Columbia, begleitet von Arsenopyrit, Pyrrhotit und Pyrit; Beryll in grossen gelblichen Krystallen von Calvin, Nipissing-District, Provinz Ontario; Magnesit in Serpentin- und Schiefergesteinen, begleitet von apfelgrünem Fuchsit und körnigem Chromit, nahe Island Lake, Yukon-District, Northwest-Territory; schwarzer Rutil, vielleicht Nigrin oder Ilmenorutil, von dem »Mooseland« Gold-district, Halifax County, Nova Scotia; Antimonglanz als strahlige Massen in weissem Quarz von der »Mountain-Chief« Mine, am Cadwallader Creek, Lillooet-District, British Columbia; schöne, schwarze Titanitzwillinge von Litchfield, Pontiac County, Provinz Quebec; Vivianit im Thon von Massawippi River, Hatley-District, Stanstead County, Provinz Quebec; das Mineral ist rein weiss, verwittert aber rasch und wird dabei blau.

Ref.: A. S. Eakle.

21. E. O. Hovey (in New York): Notiz über eine Calcitgruppe von Bisbee, Arizona (Bull. Am. Mus. Nat. Hist. New York 1899, 12, 189).

Das vom Verf. beschriebene und abgebildete grosse Schanstück des Museums besteht aus nach einer Kante stark verlängerten Rhomboëdern $\{111\}$; einzelne weniger verzerrte Krystalle zeigen auch $\{111\}$ und $\{3\bar{1}\bar{1}\}$.

Ref.: A. S. Eakle.

22. G. C. Hoffmann (in Ottawa): **Mineralogische Notizen** (Rep. Geol. Survey of Canada 1896, Ottawa 1898, Pt. R. S. 41—48).

1. Baddeckit von Victoria County, Nova Scotia (s. diese Zeitschr. **32**, 597).

2. Chalkanthit von Bonaparte River, Lilloet District, Brit. Columbia. Bisher in Canada noch nicht beobachtet. Zersetzungsproduct eines Tennantit.

3. Epsomit und Fibroferrit (?). Strohgelbe, feinkrystallinische Krusten, Absatz einer kalkreichen Quelle in Alberta. Analyse von Johnston: SO_3 36,43, Fe_2O_3 43,15, FeO 0,93, Al_2O_3 5,57, MgO 5,92, H_2O 36,98, in Wasser unlöslicher Rest 0,48, Summe 99,46.

4. Tennantit von Bonaparte River, Lilloet District, B. C., enthält neben *Cu*, *S*, *As* auch etwas *Sb*, *Ag*, *Pb*, *Zn*, *Fe* (*Cu* 41,54, *Ag* 0,2385 %). Meist derb, zuweilen in Tetraedern. Grauschwarz. Strich kirschroth. Farbe in feinen Splintern tief rubinroth.

5. Xenotim von Calvin, Ontario (erstes Vorkommen in Canada). Eine radialprismatische Masse (342 g) von tief rothbraunem Xenotim, spec. Gew. 4,395, in dem Mikroklin eines aus Quarz, Mikroklin, Albit, Muscovit und Biotit bestehenden, feinkörnigen Hornblendegneiss durchsetzenden Granitganges, mit ein wenig Magnetit und Spessartit (?). Auf demselben Gange soll auch schöner gelber Beryll vorgekommen sein.

Almandin, kirschrothe Krystalle {410} bis 3 cm, in braunschwarzem Glimmerschiefer von Whitley Bay, Hudson's Strait.

Kupferglanz in kalkigem Sandstein mit etwas Eisen- und Kupferkies und verkohlten Pflanzenresten in Cumberland Co., Nova Scotia.

Gediegen Kupfer, dünne Blätter in Kalkconglomerat vom Yale-District, B. C.

Korund, rauhe, bläulich aschgraue, durchscheinende Krystalle in Feldspath und Glimmer von Peterborough Co., Ontario, sowie rauhe, bronzeglänzende braune Krystalle von Renfrew Co., Ontario; auch ein hellgrünes, durchsichtiges Stück (spec. Gew. 3,957) aus dem Pend d'Oreille Fluss, West Kootenay District, B. C.

Gahnit, schwarzgrüne Oktaeder mit {410}, in Hohlräumen in derbem Korund von Raglan, Renfrew Co., Ontario.

Gersdorffit, kleine Oktaeder in derbem Magnet- und Kupferkies von Rossland, West Kootenay, British Columbia.

Graphit, kleine Schuppen in Heulandit von Alkow Harbour, Dean Canal, British Columbia (das Mineral enthält etwa 23 % Graphit).

Grossular, hyacinthrothe Dodekaeder (spec. Gew. 3,600) auf chromitführendem Quarz mit Calcit von Coleraine, Megantic Co., Quebec.

Molybdänit, blätterige Massen mit Molybdänocker von Egan, Ottawa Co., Quebec, in einem verwitterten Pyroxengesteine.

Molybdänocker, ebenda, neben dem Molybdänit im Boden.

Quarz, schöne radiaalfaserige Sphärolithen (bis 12 mm) mit Bornit im Trappgestein von Valdes Island, Strait of Georgia, B. C.

Schwefel, kleine Krystalle mit Kupferkies in Hohlräumen in Eisenglanz von North Burgess, Lanark Co., Ontario.

Topas, zwei kleine durchsichtige gerollte Stücke (blaugrün mit spec. Gew. 3,557, resp. orangegelb mit spec. Gew. 3,568) aus einem Flusse bei Jasper House im Alberta District.

Ref.: H. L. Bowman.

23. L. W. Bailey (in Ottawa): **Der Mineralreichtum der Provinz New Brunswick** (Rep. Geol. Survey of Canada f. 1897, 10. Report M. (128 SS.).

Eine Beschreibung der Vorkommen u. s. w. nutzbarer Mineralien in New Brunswick. Von mineralogischem Interesse sind nur:

Nickelhaltiger Pyrrhotit von St. Stephen, Charlotte Co., in basischen Gesteinen mit Serpentin, Diallag, Bronzit u. s. w., ähnlich wie an dem bekannten Fundorte zu Sudbury, Ontario.

Krystallinischer Manganit und Pyrolusit, eingelagert in Kalk zu Markhamville, King's Co.

Grosse Lager von sehr reinem Gyps, welche auf Anhydrit liegen und wahrscheinlich daraus entstanden sind, zu Hillsborough, Albert Co.

Klarer Calcit (für optische Zwecke) wurde früher zu Belledune in Gloucester Co. gefunden. Er ist aber nunmehr erschöpft.

Chrysotil mit Serpentin in Kalk in St. John Co.

Schwarze Turmalinkrystalle (schön, aber selten) von Moore's Mills, Charlotte Co.

Schöner Amethyst von Grand Manan, nicht gemein.

Molybdänit in Körnern und Schuppen in Quarzit von Pennfield, Charlotte Co.

Ref.: H. L. Bowman.

24. W. G. Miller (in Toronto): **Ueber Korund und andere Mineralien im östlichen Ontario** (Report Bureau of Mines, Ontario, 1899, 8 (2), 203—240).

A. Blue (in Toronto): **Korund in Ontario** (Ebenda 244—249).

A. P. Coleman (in Toronto): **Korundführender Nephelin-Syenit** (Ebenda 250—253).

Die korundführenden Gesteine, meistentheils Syenit, wurden auf eine Länge von 30 Meilen und eine Breite von $\frac{1}{2}$ bis 4 Meilen nachgewiesen (s. diese Zeitschrift 1900, 32, 298), nämlich von Glamorgan bis South Algoma. Der Korund findet sich entweder im Glimmer oder als Körner im Feldspath oder eingesprengt. Zwischen South Sherbrooke und Oso findet sich korundführender Anorthosit; das Mineral kommt auch im Syenit und Syenit-Pegmatit vor. Nach Coleman entstanden die korundführenden Nephelin-Syenite aus Magmen, welche übersättigt mit Thonerde und nicht gesättigt mit Kieselsäure waren.

Ref.: H. A. Miers.

25. T. H. Holland (in Calcutta): **Mineralien des Bengalischen Glimmergebietes** (Report Geol. Survey of India 1898—99, S. 30).

In den glimmerführenden Pegmatiten am nördlichen Rande des Hazaribagh-Plateaus kommen folgende Mineralien vor: Albit, Amazonenstein, Apatit, Autolith, Beryll, Biotit, Kassiterit, Columbit, Epidot, Flussspath, Granat, Lepidolith, Lenkopyrit, Magnetit, Mondstein, Muscovit, Orthoklas, Quarz (rosa und weiss), Turmalin (roth, blau, grün und schwarz), Torbernit, Triplit, Uranocker.

Ref.: H. L. Bowman.

26. C. L. Griesbach (in Calcutta): **Topaskrystalle aus Birma** (Ebenda 1899—1900, S. 3).

Aus Flusssand vom Katha-Gebiete in Birma kommen farblose Topaskrystalle, welche folgende Formen zeigen:

$m\{110\}$, $l\{120\}$, $f\{021\}$, $i\{223\}$, $n\{111\}$, $d\{201\}$, $c\{001\}$.

Bisher ist der Topas in Birma oder Indien nicht gefunden worden.

Ref.: H. L. Bowman.

27. C. S. Middlemiss (in Calcutta): **Turmalin aus Karenni, Birma** (Ebenda S. 152).

Schöne dunkel smaragdgrüne Krystalle von Turmalin, von Erbsen- bis Bohnengrösse, vom »Green stone tract« bei Namon in Karenni am Salween-Flusse, zeigen glänzende Rhomboeder- und Prismenflächen. Sie kommen in weissem Marmor, sowie ausgewittert im Boden vor.

Ref.: H. L. Bowman.

28. G. Harker (in Sydney): **Ueber die Zusammensetzung von Labradorit und Topas aus Neu-Süd-Wales, nebst Bemerkungen über die Methoden für die Bestimmung des Fluors** (Journ. Roy. Soc. New South Wales 1899, 33, 193).

Labradorit aus einem Basalt vom Sandilands Mt. bei (90 km von) Tenterfield: Spec. Gew. = 2,70. $H = 6$. Schmelzbarkeit = 3.

Farblose bis braune oder graue Stücke von 4 cm Grösse.

Brechungsindex klein.

Doppelbrechung schwach, +; eine optische Axe senkrecht zu einer Spaltungsplatte. Zwillingsslamellirung vorhanden.

SiO_2	55,05	54,81
Al_2O_3	} 30,15 {	29,70
Fe_2O_3		0,42
CaO		9,61
Na_2O	5,11	nicht bestimmt
K_2O	—	0,29
MgO	—	0,28
H_2O (durch Glühen)	nicht best.	0,13
	100,63	—

Ein ähnliches Vorkommen existirt zwischen Hillgrove und Grafton.

Topas. I. II. Durchsichtige gerollte Stücke von Mudgee, Neu-Süd-Wales.

III. IV. Grüner Topas von New England, Neu-Süd-Wales.

V. VI. Topas von Brasilien.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO_2	31,90	31,84	31,73	31,92	31,95	32,16
Al_2O_3	56,62	56,80	55,62	55,43	54,52	54,64
F	17,90	17,00	16,30	15,92	14,62	14,23
H_2O (durch Glüh.)	0,23	0,26	0,37	0,39	0,23	0,30
H_2O (mit PbO)	0,75	0,75	1,07	1,07	2,12	2,12
Fe_2O_3	—	—	0,12	—	—	—
	107,40	106,65	105,21	104,73	103,44	103,42

Verf. hat verschiedene Methoden für die Bestimmung des Fluors geprüft und erhielt genaue Resultate nur mit der Berzelius'schen. Bei Anwesenheit von Al_2O_3 setze man dem Minerale, vor dem Aufschliessen mit Alkalicarbonaten, die Hälfte seines Gewichtes SiO_2 zu, sonst werden für das Fluor zu kleine, für SiO_2 und Al_2O_3 dagegen zu grosse Zahlen erhalten.

Ref.: H. L. Bowman.

29. A. Dieseldorff (in Freiburg in Baden): **Ueber jodhaltige Kupfererze aus Neu-Süd-Wales** (Ebenda 160).

Aus 14 untersuchten Kupfererzproben (hauptsächlich Cuprit, Malachit und

Kupferglanz, von verschiedenen Fundorten, enthalten acht von 0,04 bis 0,43 $\frac{0}{10}$ Jod; wahrscheinlich als Cu_2J_2 resp. als ein aus verwittertem Marshit entstandenes wasserhaltiges Oxyjodid.

Ref.: H. L. Bowman.

30. A. J. Higgin (in Adelaide): **Notizen über den Melonit (Tellur-Nickel) von Worturpa, Süd-Australien** (Trans. Roy. Soc. South Australia 1899, 23, 241).

Dünne Lamellen (ohne Krystallform), mit sehr hellem Metallglanze, $\frac{1}{2}$ in Quarz und Calcit.

Farbe auf Spaltungsflächen: bei normaler Incidenz silberweiss, bei schiefer Incidenz röthlichbraun. Farbe auf Bruchflächen mehr bronzeartig. Spec. Gew. 7,6. Härte 4,5. Strich bleigrau.

Das Mineral enthält *Te*, *Ni* mit Spuren von *Bi*, *Pb* und eine schwankende Menge gediegenes Gold. Analysen:

	I.	II.	Melonit Ni_2Te_3
Unlöslich	2,094	7,349	—
<i>Au</i>	0,329	0,018	—
<i>Ni</i>	22,99	24,274	23,54
<i>Te</i>	74,49	74,500	76,49
	99,900	100,144	100,00

Ref.: H. L. Bowman.

31. W. H. Twelvetrees und **W. F. Petterd** (in Launceston): **Vorkommen von Limurit in Tasmanien** (Trans. Roy. Soc. Tasmania f. 1897, 1; f. 1898—1899, 4 und 56).

Eine zwischen metamorphem Thonschiefer und Serpentin liegende Masse von Limurit, n.ö. Dundas, besteht aus Axinit (zuweilen vereinzelte 1,25 cm lange Krystalle in Calcit) mit Augit und Strahlstein. Accessorisch sind Quarz, Turmalin, Sphen. Datolith und Danburit sind mit dem Axinit verwachsen. Das Gestein ist wahrscheinlich ein durch Einwirkung von Borsäuredämpfen aus einem benachbarten granitischen Magma modificirter Pyroxenit.

Ref.: H. L. Bowman.

32. W. A. Macleod und **O. E. White** (in ?): **Vorkommen einer neuen Varietät von Granat zu Port Cygnet** (Ebenda, f. 1898—99, 74).

In einem Trachytgange kommen bräunlichgelbe (0,6 cm grosse) Ikositetraeder von Granat vor. Zusammensetzung: SiO_2 36,87, Al_2O_3 7,28, FeO 17,12, MgO 12,49, CaO 14,98, MnO 13,68, Glühverlust 0,29, Summe 99,74.

Die Verff. schlagen den Namen Johnstonolith vor. Pseudomorphosen von Pyrit (?) nach dem Granat kommen ebenfalls vor.

Ref.: H. L. Bowman.

33. J. M. Maclaren (in Auckland, N.-S.): **Vorkommen von Gold im Coromandel-Gebiete, Neu-Seeland** (Trans. New Zealand Inst. 1899, 31, 492).

Verf. beschreibt blätterige Goldkrystalle aus einem Hohraume in einem krystallinischen Quarzgange. Dodekaeder-, Oktaeder- und Würfelflächen sind vorhanden. Die Krystalle sind hexagonale Blätter von {110}-Flächen begrenzt. Die Hauptfläche ist durch Alterniren mit {110}- und {114}-Flächen gestreift und trägt hier und da kleine, von einspringenden Flächen abgestumpfte Würfel-

ecken. Zwillingsbildung nach {111} nicht beobachtet. Spec. Gew. = 17,6. Wahrscheinlich nicht (wie früher in ähnlichen Fällen angenommen) pseudomorph.

Gold kommt auch in Schuppen und Blättern unregelmässig zerstreut durch Kalkspath auf Quarz in einem Gange vor.

Ref.: H. L. Bowman.

34. Kotora Jimbo (in Tokyo): **Notizen über die Mineralien von Japan** (Journ. Coll. Sci. Tokyo 1899, **11**, 243—281).

Notizen über das Vorkommen und die Eigenschaften der japanischen Mineralien, welche 128 Arten angehören. Unten sind nur die wichtigsten Arten beschrieben, die übrigen bloss notirt. [Die Bezeichnung der Flächen hat der Autor nach Dana's System angegeben.]

1. Graphit, Prov. Hida.
2. Schwefel, spitzpyramidale, 4,5 cm hohe Krystalle ({001} {111} {113} {110}) vom Vulkan Shirane in Kozuke.
Tellurschwefel, orangeroth von Yonago, Prov. Shinano.
Selenschwefel von Tateyama-Jigoku, Prov. Etchū.
3. Arsen, kugelige Aggregate von Rhomboëdern von Akatani in Echizen.
4. Wismuth, blätterig in den Spalten eines rosa Flussspathes von Ōkuradani in Obira, Prov. Bungo.
5. Platin, winzige schwarze Körner aus den Goldseifen von Tunakbets, Prov. Ishikari, und vom oberen Yūbari-Flusse, Prov. Iburi.
6. Iridosmium, mit dem Platin (s. d.), auch vom Yoshinogawa-Flusse in Shikoku.
7. Kupfer, flächenreiche Krystalle von Osaruzawa und Kosaka in Rikuchū u. a.
8. Silber von Yamagano, Prov. Osumi; Kago, Prov. Satsuma etc.
9. Quecksilber, Prov. Hyūga und Prov. Awa (Honshū).
10. Gold, krystallisirt von Asahi bei Ikuno in Tajima und Yamagano in Ōsumi.
11. Meteoriten.
12. Realgar, Auripigment. Krystalle von Realgar von Monji, Prov. Rikuzen.
13. Antimonit. Die bekannten grossen Krystalle sind von Ichinokawa, Prov. Iyo; andere Vorkommen sind in der Prov. Hyūga, Prov. Kii u. s. w.
14. Wismuthglanz (?), feine Nadeln in den Silbergängen von Ikuno in Tajima.
15. Molybdänglanz in den Prov. Izumo, Echigo, Hida etc.
16. Zinkblende, schöne Krystalle (bis 7 cm Durchmesser) von Kuratani, Prov. Kaga; Ani und Arakawa, Prov. Ugo; Osaruzawa, Prov. Rikuchū; Adakai, Prov. Izumo; mit {111}, {111} und {110}; die von Ani auch mit {100}. Tetraëder ({111} mit {100} und {111}) von Daira, Prov. Ugo. Parallele Verwachsungen mit Kupferkies von Kayakusa bei Ani.
17. Magnetkies (nur derb).
18. Pyrit, schöne, meist flächenarme Krystalle bis 6 cm von Udo (in Thon), Ade und Adakai, Prov. Izumo; Osaruzawa, Prov. Rikuchū; Ani und Arakawa, Prov. Ugo; Ogoya, Prov. Kaga; Futto, Prov. Mikawa; Ogasawarajima (die sogen. »Bonin-Inseln«); Tohira, Prov. Rikuchū (rhomboëdrischer Habitus, durch Entwicklung von nur sechs Pyritoëderflächen). Gute Ergänzungszwillinge von Ogasawarajima.
19. Markasit.

20. Arsenopyrit, Krystalle mit $\{110\}$ $\{014\}$ von Kuratani in Kaga (Zwillinge); Futto und Awashiro in Mikawa (Zwillinge nach $\{110\}$ und $\{101\}$); Kamioka in Hida; Sasagatani in Nagato; Kohagi und Bandō in Echizen.

21. Galenit, Krystalle, $\{111\}$ $\{100\}$ $\{110\}$, von Kuratani in Kaga und Ani in Ugo.

22. Argentit, oktaëdrische (?) Krystalle von Aikawa in Sado und Innai in Ugo.

23. Chalkosin, nur derb.

24. Zinnober, meist nur derb.

25. Bornit, nur derb.

26. Kupferkies, gute Krystalle, $\propto\{111\}$ oder $\propto\{111\}$, $\propto\{hkl\}$ von Ani, Arakawa, Osaruzawa, Ogoya, Ade u. s. w.; auch bis jetzt unerklärte Krystalle und Zwillinge von Ashio, Prov. Shimotsuke; Arakawa, Ogoya, Ani, Osaruzawa.

27. Matildit, ein fast derbes Aggregat, von Kuriyama bei Nikkō, Prov. Shimotsuke.

28. Jamesonit mit Bleiglanz und Rhodochrosit von Kuratani in Kaga; mit Arsenopyrit von Tsugu in Mikawa; purpurgraue sammetähnliche Trauben von Hosokura, Prov. Rikuzen.

29. Pyrargyrit von Kanagase und Ikuno in Tajima, Innai in Ugo.

30. Fahlerz, kleine Krystalle mit $\propto\{111\}$, $\{110\}$, $\propto\{hkk\}$ von Aikawa, Kuratani, Kanagase.

31. Stephanit, kleine hexagonale Platten, kurze Prismen, auch derb, von Innai in Ugo, Ikuno in Tajima, Handa in Iwashiro.

32. Stannin (?), Sakura in Harima, Kanagase in Tajima, Taniyama in Satsuma, Obira in Bungo.

Oxyde.

33. Quarz, grosse wasserhelle Krystalle von Kai, bis 45 cm Durchmesser; Krystalle mit $\{100\}$, $\{122\}$, $\{211\}$, $\{311\}$, $\{412\}$, $\{41\bar{2}\}$, $\{81\bar{4}\}$ u. s. w. kommen in der Nähe von Kōfu vor; Tanokamiyama in Ōmi, Takayama in Mino, Kurodake in Etchū und Fujiya in Hōki.

Amethyst von Ohara in Iwaki (in Rhyolith) und Fujiya (in Granit mit Rauchquarz).

Dauphiné-Zwillinge (nach $\{521\}$) ziemlich häufig; auf der Insel Narushima (Gotō-Gruppe) bei Hizen (bis 2 cm lang), nur selten mit Trapezoëder; von Otomezaka, Takemori, Kawahake u. s. w. in der Nähe von Kōfu (grösser, bis 25 cm lang), von Prov. Kai, Kurodake in Etchū, Tanokamiyama in Ōmi, Fujiya in Hōki, Takayama in Mino (die drei letzten sind Rauchquarze).

Brasilianische Zwillinge von Kōfu, Aikawa und Innai in Sado, Kurodake in Etchu, Amagisan in Izu, Katsudo in Tosa, Tanokamiyama (grauer Quarz), Prov. Mino und Moraiyama in Shinano (Rauchquarz), von Ohara und Fujiya (Amethyst).

Auch »Doppelzwillinge« (brasilianisch und Dauphiné) von Mino und Kōfu. Einschlüsse häufig, z. B. zu Kai (Turmalin, Strahlstein (?), Pyrit, Epidot (?)) und selten Schwefel, im (oft zweiaxigen) Bergkrystall von Kai, Flüssigkeit und Gas. Aetzfiguren auf Rauchquarz von Kamikane in Kai, Hōki u. s. w., auf Bergkrystall von Kurodake.

Chalcedon und Achat von Kaga, Etchū, Izumo u. s. w.

Pseudomorphosen von Quarz nach Calcit ($\{211\}$, $\{111\}$) von Osawa bei Nikkō in Shimotsuke und (spitze Rhomboëder) in der Prov. Mino.

34. Tridymit im Gōroyama-Steinbruche bei Nagano, Prov. Shinano, und

zu Shimazaki bei Kumamoto, Prov. Higo, tafelige Krystalle im Andesit. Selten, zu Maekakeyama am Asama-Vulkan.

35. Rutil von Takayama in Mino (selten).

36. Kassiterit von Takayama in Mino, Kiura in Bungo, Takano, Prov. Hitachi. Krystalle bis zu 4 cm Durchmesser.

37. Pyrolusit.

38. Korund, bläulichweiße hexagonale Tafeln (unter 1 cm) von Takayama in Mino. Die Absonderung nach {111} zeigt weiße, optisch anomale Zonen und radiale Streifen.

39. Hämatit, kleine, flache Krystalle (Rhomböeder- und Prismenflächen) von Sennin in Rikuchū, Akatani in Echigo u. s. w.

40. Cuprit, kleine einfache Krystalle ({100} {110} u. s. w.) mit gediegenem Kupfer von Kosaka in Rikuchū, Arakawa in Ugo u. s. w.

41. Tenorit, kleine tiefblaue hexagonale Platten von Kosaka in Rikuchū.

42. Opal von Bodai in Kaga, Provinz Iwashiro u. s. w.

Hyalit von Tateyama in Etchū.

Holzopal von Hokkaidō u. s. w.

43. Manganit, rechteckige, tafelige Krystalle (1 cm) mit Kupferkies von Ashio, Prov. Shimotsuke; Prismen (1 cm) von Ōwani, Prov. Mutsu.

44. Limonit, derb; auch Pseudom. nach Pyrit ({100} {201}, selten {111}) von Takeshi, Prov. Shinano.

45. Asbolan.

Haloide.

46. Kerargyrit.

47. Fluorit, hellrosa mit Wismuth in Kupfergängen zu Ōkuradani in Obira, Prov. Bungo; grüne oder tiefpurpurne Krystalle (mit {111} oder {100} {111} {110}) zu Ishigure, Prov. Ise; Oktaëder von Ashio u. s. w.; Omodani in Echizen, Hodatsusan in Noto. {224} einmal gefunden an einem oktaëdrischen Krystalle von Obira.

48. Thomsenolith (?) und Ralstonit (?): Tanokamiyama in Ōmi.

Carbonate.

49. Calcit von Aikawa in rhombenähnlichen Platten, zusammengesetzt aus kleinen Skalenoëdern in paralleler Richtung. Krystalle mit {410}, {201}, {211} von Kamioka. Einfache Krystalle und Zwillinge ({201}) von Ani und Furokura bei Osaruzawa. {301} von Handa in Iwashiro. Flächenreiche Skalenoëdercombinationen vom Zeolith-Fundorte zu Osawa bei Nikkō. Zusammengesetzte Krystalle von Maze (Zeolith-Fundort); Kosaka in Rikuchū und Prov. Chikugo. Pseudomorphosen (3—13 cm) nach Gaylussit und anderen Mineralien von Aoki, Prov. Shinano; auch von Poronai in Hokkaidō, Ōkōzu in Echigo.

50. Dolomit, Rhomböeder von Ani und Innai; selten, von Aikawa.

51. Magnetit, braune Krystalle in Talk von Yoshinomura in Tosa.

52. Smithsonit.

53. Rhodochrosit, schöne Rhomböeder in den Silbergruben zu Ponshikaribets, Prov. Shiribeshi. Flache Rhomböeder von Kuratani.

54. Siderit, gute Krystalle von Ōmori, Prov. Iwami.

55. Aragonit, kugelige Aggregate von Taira in Shinano u. s. w.

56. Wilherit, radialfaserige Aggregate und Krystalle ({110} {021}, {001}, {111}) von Tsubaki in Ugo.

57. Cerussit, Drillinge von Kamioka ({111}, {110}, {011}, {010}) und

Kosaka ($\{111\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$) in Rikuchū; hexagonal-pyramidale Drillinge ($\{111\}$, $\{010\}$) (1,5 cm) von Arakawa in Ugo.

58. Malachit, traubenförmige Aggregate und Nadeln von Ani und Arakawa.

59. Azurit, kleine Krystalle von Kosaka (Rikuchū) und Arakawa.

60. Psilomelan.

Sulfate, Molybdate u. s. w.

61. Baryt, weisse, rhombische, Jamesonit enthaltende Platten ($\{001\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{102\}$ u. s. w.) bis 9 cm von Kuratani in Kaga, Nakayamatōge und Aikawa in Sado ($\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{101\}$, $\{102\}$, $\{104\}$, $\{011\}$, $\{122\}$ u. s. w.), bräunlich, bläulich oder farblos (bis 8 cm). Kosaka in Rikuchū ($\{001\}$, $\{101\}$, $\{102\}$, $\{100\}$, $\{011\}$, $\{012\}$, $\{010\}$). Gute Krystalle von Tsubaki, Daira, Yatsumori in Ugo, Karuizawa in Fukushimaen, Ponschikaribets in Shiribeshi. Pseudomorphosen von Quarz nach Baryt von Aikawa und Arakawa.

62. Anglesit, kleine Krystalle ($\{011\}$, $\{110\}$) von Kosaka, Prov. Rikuchū.

63. Wulfenit, schöne, kleine, orangerothe Krystalle ($\{001\}$, $\{110\}$, $\{111\}$?) von den Sennō-Gruben in Echizen.

64. Scheelit, ein Krystall (5 cm) mit $\{101\}$ und $\{111\}$ von Sannotake in Buzen.

65. Wolfram, Krystalle ($\{110\}$, $\{100\}$, $\{111\}$?, $\{011\}$?) (bis 4 cm) in Zinnerzseifen zu Takayama in Mino.

66. Linarit, derb von Kamioka in Hida.

67. Gyps, gute Krystalle ($\{110\}$, $\{010\}$, $\{111\}$) (bis 3 cm) und Zwillinge (nach $\{100\}$ oder $\{101\}$) zu Yogosawa in Kai; auch von Miyazaki in Iwateken, Kuwabara in Shinano, Ogasawarajima, Kwankaiji in Bungo, Kosaka in Rikuchū u. s. w.

68. Melanterit, faserige Aggregate und Krystalle ($\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, $\{103\}$, $\{209\}$ u. s. w., tafelig nach $\{010\}$) (bis 2,5 cm lang, nach der c -Axe) von Osaruzawa in Rikuchū.

69. Alunit, derb, zu Tochiwara in Harima.

Aluminate, Ferrite u. s. w.

70. Chromit, kleine Oktaëder mit Kämmererit in Serpentin von Washidani in Bungo, Mukawa-Fluss in Iburi u. s. w.

71. Magnetit, Dodekaëder (2 cm) in derbem Magnetit mit Granat zu Ohashi bei Kamaishi in Rikuchū u. s. w.

72. Chrysoberyll, sehr kleine Zwillinge von Takayama in Mino (?).

Phosphate, Arseniate, Niobate u. s. w.

73. Fergusonit, unregelmässige stengelige Stücke und (selten) Krystalle (0,7 cm) in den Zinnerzablagerungen (Seifen) zu Takayama.

74. Monazit, röthlichbraune Krystalle (0,5 cm) in Topaskrystallen von Tanokamiyama in Ōmi.

75. Apatit, gute Krystalle sehr selten; raube Krystalle (8 cm. Durchm.) ($\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$ u. s. w.) von Miyamoto, Prov. Kai.

76. Pyromorphit, winzige grüne Krystalle ($\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$) von Mozumi in Hida u. s. w.

77. Adamin (?), Kiura in Bungo (?).

78. Olivenit (?), Prov. Settsu (?).

79. Vivianit, vollständige, fast farblose (bläuliche) Krystalle (1,5 cm lang) ($\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{101\}$) von Kodaki in Ashio, Prov. Shimotsuke.

80. Erythrit, Kanagase in Tajima.

81. Skorodit (?), dunkelgrüne oktaëdrische Krystalle (0,3 cm) mit krummen Flächen von Inunagare und Datsugatao in Kiura, Prov. Bungo.

Silicate, Titanate u. s. w.

82. Staurolith, Kushigi in Hizen.

83. Hemimorphit, farblos, von Kuranari, Prov. Bungo.

84. Andalusit, nur mikroskopisch klein; Chiasolith bis 0,2 cm.

85. Sillimanit, nur mikroskopische Aggregate.

86. Cyanit, Ōgushi in Hizen.

87. Topas, bläulich oder bräunlich von Takayama etc. in Mino, 0,2 bis 12,5 cm Durchmesser, {001}, {021}, {041}, {201}, {111}, {221}, {410}, {120}, seltener {130}, {230}, {250}, {470}, {560}, {350}, {010}, {043}, {223}, {203}, {241}, {121}, {243}, {265}, {665}, {445} u. s. w., meist lange Säulen. Aetzfiguren siehe Hiki (diese Zeitschr. **28**, 505). Farbe oft verschieden in den verschiedenen Theilen eines Krystalles. Krystalle zuweilen optisch anomal.

Von Tanokamiyama in Ōmi kurze Säulen (1 cm bis 12,5 cm Durchmesser), meist bräunlich, seltener farblos, bläulich oder grünlich: {001}, {111}, {221}, {110}, {120}, {021}, {041}, {201}; auch {223}, {121}, {230}, {130}, {410}, {010}, {043}, {203}. Auf- und durchgewachsen durch fleischfarbigen Kalifeldspath. Analyse von Takayama:

SiO_2	34,30	34,95
Al_2O_3	56,72	56,59
F	18,36	18,01
	106,38	106,55

88. Turmalin, schwarze Krystalle, meist mit {100}, {111}, {211}, {101} u. s. w. im Pegmatit zu Yamanoo, Sainaru, Oganeta u. s. w. in der Prov. Hitachi. Pseudomorphose von Glimmer nach T. (2 cm Durchmesser) von Yokogawa in Hitachi.

Flache schwarze Krystalle ({100}, {211} sehr kurz) (3 cm Durchmesser) von Goshodaira in Shinano.

Feinfaserig in Quarz mit Zinnerz zu Sensui in Obira, Prov. Bungo u. s. w.

89. Liëvrit, Krystalle von Kamioka in Hida. Mit Granat zu Ginjiki in Obira, Prov. Bungo (0,7 cm breit; {110}, {120}, {111}, {101}).

90. Epidot, dunkelgrüne Krystalle (1 cm breit) ({001}, {101}, {011}, {100} u. s. w.) in Magnetit von Kamaishi in Rikuchu. Krystalle ({101}, {100}, {111}, {001}) in Porphyrituff zu Takeshi in Shinano.

91. Piemontit, meist nur mikroskopisch, von Shikoku u. s. w.

92. Orthit in Granit zu Miidera in Ōmi, in Awaji u. s. w.

93. Vesuvian, bräunlichgrüne Krystalle mit Granat in krystallinischem Kalk zu Inunagare in Kiura, Prov. Bungo. Krystalle bis 3 cm breit {001}, {110}, {100}, {101}, {111}, {113}, {112}, {132}, {420}, {403} u. s. w.

94. Olivin, braune Krystalle (0,5 cm) in Basalt mit grünem Augit zu Nishinotake in Hizen. Habitus verschieden. {011}, {041}, {010}, {420}, {430}, {100} u. s. w. Analyse von Kondō:

SiO_2	38,74
MgO	43,53
FeO	16,60
CaO	Spur
	98,87

95. Danburit von Higashishōdō in Obira, Prov. Bungo, Aggregate und schöne Krystalle bis 1 cm, mit gelbem Granat. $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{140\}$, $\{101\}$, $\{041\}$, $\{142\}$, $\{121\}$ (?).

96. Granat; Ōhashi, westlich von Kamaishi in Rikuchū: grüne Granate auf Magnetit; tiefrothe Krystalle (3,5 cm) ($\{211\}$, $\{hkl\}$) am Contact zwischen paläozoischen Schichten und Granit oder Diorit.

Kurodake in Etchū: braune Krystalle (bis 2 cm) ($\{110\}$, $\{hkk\}$, $\{hko\}$); kleine gelbe Krystalle ($\{110\}$, $\{hkk\}$); bräunlichschwarze Krystalle, $\{hkk\}$, $\{201\}$; ebensolche mit $\{110\}$ in Quarz.

Wadatōge in Shinano: tiefrothe glänzende Krystalle $\{110\}$ mit $\{211\}$ (bis 2 cm).

Yamanoo in Hitachi: bräunlichrothe Krystalle (bis 1 cm) $\{211\}$ mit $\{110\}$. Ähnliche zu Kuminatsu bei Tsukuba in Hitachi, $\{hkl\}$ (klein) zuweilen vorhanden.

Hogi in Nagato: gelblich- bis dunkelgrüne Krystalle ($\{110\}$, $\{211\}$) bis 6 cm Durchmesser.

Tokiwa in Shinano: bräunlichgelbe Dodekaëder mit Wollastonit, grünem Augit u. s. w. in Kalk.

Obira in Bungo: gelbe Krystalle mit Danburit, sowie braune in Kalk zu Higashishōdō; tiefgrüne in Hedenbergit zu Ōkura-dani; braune mit Liëvrit, grauem Axinit etc. zu Ginjiki u. s. w.

Kawahake in Shinano und Inunagare in Obira: tiefgrüne Krystalle in Kalk.

Takatō in Shinano: schmutzigbraune $\{211\}$ im Biotitgneiss.

Yasusada in Mikawa: braune Krystalle $\{211\}$ mit Rhodonit in Quarz.

97. Chrysokoll, Pseudomorphosen (0,4 cm) $\{011\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ (rhombisch) von Hisanichi bei Arakawa in Ugo.

98. Axinit, tiefbraune bis tiefviolette Krystalle (bis 2 cm) von Ōkura-dani in Obira, nicht von dem gewöhnlichen scharfkantigen Habitus, sondern prismatisch mit gestreiften Flächen. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{112\}$, $\{201\}$, $\{13\bar{1}\}$, $\{15\bar{1}\}$, (selten): $\{021\}$, $\{0\bar{2}1\}$. Analyse von Kajiura:

SiO_2	44,87
Al_2O_3	19,25
Fe_2O_3	11,79
CaO	17,75
Mn_2O_3	5,62
B_2O_3	1,59
Na_2O	1,79
H_2O	0,87
K_2O	Spur
MgO	Spur
	<hr/> 100,53

Graue, scharfkantige Krystalle mit braunem Granat, Liëvrit u. s. w. von Ginjiki in Obira.

99. Biotit, tiefgrüne, sechsseitige Tafeln, bis 5 cm Durchmesser, mit Faltungen nach den Druckfigurstrahlen, von Tanokamiyama in Ōmi. Fast einaxig. Analyse von Kōdera (l. s. S. 224):

100. Zinnwaldit (?), Muscovit (?) u. s. w. von Tanokamiyama in Ōmi. 1) Röthlichbraune bis graue oder farblose, 15 cm grosse Tafeln mit Faltungen nach der Druckfigur ($\{110\}$, $\{001\}$, $\{010\}$, $\{2.6.15\}$, $\{334\}$, $\{100\}$ u. s. w.). Absonderung nach $\{111\}$. Zwillinge häufig. Optische Axenebene || Symmetrie-

ebene, Axenwinkel gross. Vor dem Löthrohre intensiv rothe Flamme. Analyse von Kōdera (II.), wahrscheinlich Zinnwaldit. — 2) Weisse sechsseitige Tafeln (1,5 cm). Fältelung nach der Druckfigur. Axenebene \parallel einem Druckfigurstrahl, Axenwinkel gross. Auch als Randzone um einen Biotitkrystall; wahrscheinlich Muscovit. — 3) wie 2), aber mit gebogenen Spaltungsplatten (0,8 cm). Optisch anomal mit dreiseitigen Feldern und Zonenstructur. — 4) Bräunlichgraue Platten mit geringem Axenwinkel (bis 5 cm). — 5) Röthlichweisser Glimmer (selten) mit grossem Axenwinkel. Axenebene die Symmetrieebene.

Von Odayama beim Tsukuba-Berg in Hitachi. Weisser Glimmer wie 1).

Von Kai, schmutzigbrauner Glimmer, welcher gegläht sich säulenförmig aufbläht. Analyse III. von Hida.

	I.	II.	III.
SiO_2	35,87	46,13	38,45
Al_2O_3	22,69	17,03	15,53
Fe_2O_3	20,90	4,64	22,73
MnO	5,65	6,27	—
FeO	—	—	1,71
CaO	—	—	2,22
MgO	0,32	0,43	7,85
Na_2O	2,52	4,12	2,16
K_2O	6,70	10,09	2,25
TiO_2	0,35	2,77	—
H_2O	1,00	2,34	7,20
F	3,19	6,89	—
	99,19	100,68	100,10

401. Ottrelith, mikroskopisch, von Hidaka in Hokkaidō (Hornfels) u. s. w.

402. Serpentin, Kanasaki in Musashi (Opicalcit), Machiya in Hitachi u. s. w.

403. Talk, grünlichweiss von Ōgushi in Hizen; pseudomorph nach Tremolit im krystallinischen Kalk zu Kawahake in Shinano.

404. Agalmatolith, von Mitsuishi in Bizen.

405. Nephelin, nur mikroskopisch (Hotsumura in Tamba).

406. Cordierit, weisse, schwach pleochroitische Drillinge (hexagonale Säulen) von Watarasegawa in Shimotsuke in Thonschiefer. Pseudomorphosen von grünem Pinit nach den Drillingen zu Kameoka in Tamba und von blassem Glimmer zu Torihama in Wakasa. Blaue, stark pleochroitische Aggregate von den Vulkanen Asama und Norikura in Shinano, Ganjusan in Rikuchū.

407. Bronzit, grüne, bis 1 cm grosse Krystalle, parallel verwachsen mit Diopsid in Glas von Ogasawarajima ($\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{212\}$, $\{211\}$).

408. Augit, porphyrische, tiefgrüne Krystalle (bis 2 cm) in Basalt zu Nishinotake in Hizen ($\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$; (selten) $\{22\bar{1}\}$, $\{021\}$). Schwarze Augite in Andesit, bis 0,7 cm, von Myōgi in Kōzuke u. s. w. Grüne Augite, bis 4 cm lang ($\{010\}$, $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{111\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{221\}$, $\{021\}$) von Kozori in Sano, Prov. Kai.

409. Wollastonit, faserige Aggregate in Kalk zu Ishiyama in Omi u. s. w.

410. Hedenbergit, bis 18 cm lange Krystalle und Aggregate in Biotithornfels mit Fluorit zu Ōkuradani in Obira, Prov. Bungo ($\{001\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{021\}$, $\{111\}$). Analyse ausgeführt im chem. Labor. d. Geol. Survey:

SiO_2	47,13
FeO	24,46
MnO	0,73
CaO	23,23
MgO	2,40
K_2O	0,13
Na_2O	0,98
H_2O	4,48
	<hr/> 100,54

Tiefgrüne Krystalle und Aggregate im Kalk zu Kawahake in Shinano.

111. Diallag im Gabbro zu Mineoka in Awa (Honshū) und Urütōge in Mikawa

112. Rhodonit, kleine Krystalle auf derbem Rhodonit zu Yasusada in Mikawa ($\{001\}$, $\{010\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{22\bar{1}\}$, $\{2\bar{2}1\}$, $\{111\}$, $\{11\bar{1}\}$). Derb, vor Okusako in Kiura, Prov. Bungo.

113. Tremolit, feinfaserige Aggregate mit Wollastonit in Kalk zu Ishigure in Ise.

114. Hornblende, schwarze, bis 1 cm grosse porphyrische Krystalle ($\{110\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{11\bar{1}\}$, häufig Zwillinge nach $\{100\}$), von Hakusan in Kaga.

115. Glaukophan; blaue Glaukophanschiefer an verschiedenen Orten.

116. Beryll, blassblaue bis farblose, 1 cm dicke Säulen mit Rauchquarz u. s. w. im Pegmatit zu Takayama etc. in Mino; gute Krystalle und Aggregate. Auch grünliche oder bläuliche Säulen (13×3 cm) mit $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{0001\}$ u. s. w. von Tanokamiyama in Ōmi.

117. Orthoklas und Mikroklin in Pegmatithohlräumen zu Tanokamiyama in Ōmi: 1) Weisse Karlsbader und Bavenoer, sowie Manbacher Zwillinge und selten einfache Krystalle. Die Bavenoer bis 20 cm lang. Analyse I. von Kōdera. 2) Rōthliche Krystalle mit Topas. Analyse II. von Kōdera. 3) Glasige, bis 3 cm dicke Bavenoer Zwillinge und einfache Krystalle. Analysen III. und IV. von Kōdera.

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	64,78	64,62	63,77	64,98
Al_2O_3	17,86	21,00	19,52	22,17
K_2O	12,87	12,22	13,70	10,59
Na_2O	2,25	2,44	1,84	0,60
Fe_2O_3	1,46	0,33	1,39	0,32
CaO	0,14	0,20	—	—
MgO	0,11	0,09	0,08	0,86
	<hr/> 99,47	<hr/> 100,87	<hr/> 100,30	<hr/> 99,52

Formen von 1), 2), 3): $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$, $\{021\}$; nur bei 1), 2): $\{100\}$. Von der Prov. Kai kamen früher glasige einfache Krystalle, bis 9 cm breit, mit $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$. Blassgrüne Mikroklinkrystalle mit Rauchquarz im Pegmatit zu Tadachi in Shinano, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{130\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$, bis 7 cm breit. Andere Localitäten sind Naegi in Mino, Akazu in Owari, Moraiyama in Shinano.

118. Albit, Prov. Tosa u. s. w.

119. Andesin, porphyrische (0,6 cm) Krystalle in Rhyolith ($\{010\}$, $\{001\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{h\bar{k}0\}$, $\{hk0\}$) von Shioda in Shinano.

120. Labrador, grau, von Mineoka in Awa (Honshū).

121. Anorthit, lose Krystalle (bis 2 cm) von Miyakejima ($\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{3}0\}$, $\{130\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{201\}$, $\{201\}$, $\{021\}$, $\{0\bar{2}1\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\{41\bar{1}\}$, $\{241\}$, $\{241\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{22\bar{1}\}$?). Ähnliche von Tonosawa am Hakone-Vulkan; Iwojima (?). Porphyrische Krystalle (bis 15 cm lang) von Koshinzan bei Ashio in Shimotsuke ($\{001\}$, $\{111\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\{41\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$, $\{0\bar{2}1\}$, $\{021\}$).

122. Titanit, gelbe Krystalle (bis 0,6 cm) im Diorit von Kamioka in Hida. Analyse von Yoshida:

SiO_2	30,81
TiO_2	40,21
Fe_2O_3	0,51
Al_2O_3	0,61
CaO	26,42
MgO	1,21
	<hr/> 99,77

Von Kinkwazan in Rikuzen, braune Krystalle in Granit.

123. Natrolith, Nadeln mit Zeolithen von Maze in Echigo, Osawa in Nikkō in Shimotsuke, Shioda in Shinano, Ohara in Iwaki u. s. w.

124. Apophyllit von Shioda in Shinano, kleine grünlich- oder röthlich-weiße (bis 0,5 cm Durchmesser) Krystalle; von Maze in Echigo, farblose Pyramiden, bis 5 cm hoch; von Ogasawarajima weisse, 1 cm dicke Prismen ($\{001\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{130\}$, $\{113\}$) mit Heulandit. Alle sind optisch anomal.

125. Analcim, von Maze in Echigo, Krystalle bis 2,5 cm, $\{211\}$ mit kleinem $\{100\}$. Optisch anomal. Doppelbrechung stark.

126. Desmin und Epistilbit(?). Desmin von Nikkō und Ohara. Epistilbit (?) bis 0,6 cm von Ohara (selten).

127. Heulandit von Ogasawarajima, Krystalle bis 2,5 cm hoch ($\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{201\}$, $\{20\bar{1}\}$); von Ohara (bis 4 cm), Analyse von Shinowara:

SiO_2	58,4
Al_2O_3	14,4
CaO	12,2
H_2O	14,9
	<hr/> 99,9

Auch von Sasebo in Hizen, Maze in Echigo u. s. w.; stets optisch anomal.

128. Chabasit von Osawa in Nikkō, Krystalle bis 2 cm mit $\{100\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$. Zwillinge häufig nach $\{100\}$. Optisch anomal. Von Mitaka in Izu, ähnliche (0,5 cm) Krystalle.

Ref.: H. L. Bowman.

35. C. T. Clough und W. Pollard (in ?): Spinell und Forsterit im Kalk zu Glenelg (Invernessshire), Schottland (Quart. Journ. Geol. Soc. 1899, 55, 372).

In Kalklagern in Gneiss, Schiefer und Eklogitgesteinen befinden sich tiefgrüne, schwarze und blaue, resp. violette (ähnlich wie zu Åker) Körner und (selten) Oktaëder von Spinell (2—3 mm), und olivinähnliche Körner von Forsterit (2—3 mm), sowie verschiedene Silicate: weisser Pyroxen, blassgelber Phlogopit (Blätter bis 40 cm lang), Serpentin, blassgrüne Hornblende, Tremolituadeln, Graphschuppen mit Quarz und dunkler Hornblende.

Der Spinell ist schwach doppeltbrechend und enthält Calcit, Diopsid, Phlogopit.

Spinell:	SiO_2	4,20	Forsterit:	SiO_2	44,16	(Spuren von TiO_2)
	Al_2O_3	69,80		Al_2O_3	1,02	
	FeO	2,03		FeO	2,00	
	MgO	27,30		CaO	0,26	
		100,33		MnO	0,26	
Spec. Gew.		3,57		MgO	54,86	
				Glühverl.	0,70	(Spuren von F)
					100,26	
				Spec. Gew.	3,24	

Ref.: H. L. Bowman.

36. C. A. Macmahon (in London): Ueber das Vorkommen von Allanit zu Lairg (Sutherlandshire), Schottland (Geol. Mag. 1899 (4), 6, 194).

Verf. beschreibt Krystalle von Allanit mit + Doppelbrechung aus einem Hornblendegranit zu Lairg, Sutherlandshire.

Ref.: H. L. Bowman.

37. J. Parkinson (in ?): Der Glaukophangabbro von Pegli in Nord-Italien (Ebenda 292).

Verf. beschreibt einen Gabbro von Pegli bei Genua, worin der Diallag in parallel gelegenen Glaukophan umgewandelt ist.

Ref.: H. L. Bowman.

38. G. P. Merrill (in Washington, U. S. A.): Eine Discussion über den Gebrauch der Namen: Gesteinsverwitterung, Serpentinisierung und Hydro-metamorphismus (Ebenda 354).

T. G. Bonney (in London): Ueber Verwitterung, Serpentinisierung u. s. w. (Ebenda 431).

T. H. Holland (in Calcutta): Beiträge zur Discussion über Gesteinsverwitterung und Serpentinisierung (Ebenda 540).

Ein Briefwechsel, worin die zwei ersten Autoren es für wahrscheinlich halten, dass die Bildung von Serpentin aus Olivin durch Einwirkung von heissen Lösungen u. s. w. in der Tiefe der Erdrinde und nicht auf der Oberfläche durch Verwitterung stattgefunden habe.

Herr Holland, von seinen Beobachtungen in Indien (Rep. Brit. Ass. 1898, 868) ausgehend, schlägt die Hypothese vor, dass die Serpentinbildung stets während einer Ueberfluthung des Meeres vorgekommen sei. So sind in Madras, welche seit paläozoischer Zeit Festland geblieben ist, die Peridotite niemals in Serpentin umgewandelt, während in den Andaman-Inseln, Birma, Kashmir u. s. w., wo die Olivingesteine von tertiären Meeressedimenten bedeckt sind, dieselben stark serpentinisirt sind.

Der Unterschied zwischen der Zersetzung und Secundärbildung in der Tiefe und der einfachen Verwitterung an der Oberfläche wird hervorgehoben, sowie auch die Wichtigkeit (z. B. in Mandelstein und vielleicht auch beim Serpentin) des im geschmolzenen Magma eingeschlossenen Wassers, welches bei seiner Ausscheidung die früher erstarrten Mineralien angreifen kann, für die Bildung secundärer Mineralien.

Ref.: H. L. Bowman.

XII. Mineralogische Mittheilungen.

Von

F. Zambonini in Rom.

(Hierzu Taf. IV und V.)

1. Ueber Müllerit, Melit und Schrötterit.

(Hierzu Taf. IV, Fig. 4—2.)

Müllerit. Unter dem Namen »Müllerit« habe ich ¹⁾ ein Eisenoxydhydrosilicat $Fe_2Si_3O_9 + 2H_2O$ von Nontron beschrieben, welches in Bezug auf die chemische Zusammensetzung und auf das Löthrohrverhalten von den schon bekannten Nontronitvarietäten sehr verschieden ist. Ich bewies damals, dass der Müllerit sich nicht nur zu Nontron, sondern auch zu Tirschenreuth findet, und dass die Zusammensetzung des wahren Nontronit durch die Formel $Fe_2O_3.3SiO_2 + 5H_2O$ darstellbar ist. Nun muss ich bemerken, dass schon V. v. Zepharovich ²⁾ diese Formel für den Nontronit von Krivan bei Moravicz, welchen Leipen analysirte, angewandt hat, und dass auch František Kovář ³⁾, welcher den Nontronit von Gross-Tressny untersucht hat, zu demselben Resultate gelangt ist.

Ferner findet sich ein Eisenoxydhydrosilicat mit zwei Molekülen Wasser nicht nur zu Nontron und Tirschenreuth, sondern auch zu Starbo in Skandinavien, was seine Existenz bestätigt.

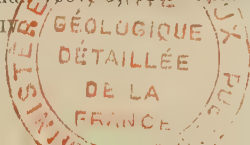
M. Weibull ⁴⁾ hat ein dortiges Mineral analysirt, welches die grösste Aehnlichkeit mit dem Müllerit, bis auf die Farbe des Pulvers (welches beide Mineralien hellgelb zeigen), bietet. Die Analyse Weibull's (siehe unter I.) ist in genügender Uebereinstimmung mit der Formel $Fe_2Si_3O_9 + 2H_2O$ des Müllerit (II.), besonders wenn man bedenkt, dass der Müllerit von Starbo nicht ganz rein war, wie die grosse Menge Kalk sehen lässt.

1) Ueber zwei neue Hydrosilicate. Diese Zeitschr. 1899, **32**, 457.

2) Mineralogische Notizen VIII. »Lotos« 1883. Ref. diese Zeitschr. **10**, 593.

3) Rozpravy České Akad. 1896, **5**, Nr. 15. — Auszug diese Zeitschr. 1899, **31**, 523.

4) Geol. För. i Stockh. Förhandl. 1884, **5**, 627. Ref. diese Zeitschr. **6**, 514.



	I.	II.
SiO_2	48,59	47,87
Fe_2O_3	32,54	} 42,55
Al_2O_3	9,09	
FeO	0,55	—
CaO	2,09	—
MgO	Spur	—
H_2O	7,05	9,58
	<u>99,91</u>	<u>100,00</u>

Eine neue Probe auf Wasser, welche ich am Müllerit von Nontron ausgeführt habe, hat mir 9,50 % H_2O geliefert, was meine früheren Analysen bestätigt.

Schrötterit. Unter dem Mikroskope zeigt der Schrötterit von Saalfeld ¹⁾ eine innige Verbindung mit dem Melit. Oft ist der Schnitt des Schrötterit fast völlig von Melit angefüllt; manchmal bildet der Melit im Inneren des Schrötterit Körnchen oder Stäbchen, welche auch zierliche Formen bieten können (Fig. 4, Taf. IV).

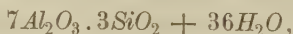
Die Schrötteritblättchen von Saalfeld sind völlig isotrop.

Die Analyse des Schrötterit, welche ich in dem erwähnten Aufsätze veröffentlicht habe, wurde mit den schneeweissen Kügelchen ausgeführt, die, wie die mikroskopische Untersuchung und die Analyse zeigt, etwas Melit enthalten. Ich habe daher die Analyse an ganz reinem Material wiederholt. Ich fand:

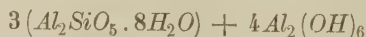
SiO_2	44,73
Al_2O_3	45,78
Fe_2O_3	0,34
CaO	0,24
H_2O	44,67
	<u>99,73</u>

also ein Resultat, welches meiner früheren Analyse sehr nahe ist.

Aus meinen Bestimmungen, sowie aus jenen Mallet's ²⁾, folgt die Formel



welche auch



geschrieben werden kann. Sie erfordert:

SiO_2	44,67
Al_2O_3	46,30
H_2O	42,03
	<u>100,00</u>

¹⁾ Ueber zwei neue Hydrosilicate. Diese Zeitschr. 1899, **32**, 464 f.

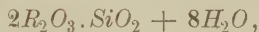
²⁾ Amer. Journal of Sci. (2) **26**, 79; siehe meine Arbeit l. c. S. 462.

Die Analyse des Schrötterit von Freienstein, welche Schrötter bekannt gemacht hat, entfernt sich von diesen Resultaten. Aber nach der Untersuchung R. Helmhacker's¹⁾ muss der Schrötterit aus der Reihe der Mineralien gestrichen werden, weil die Analyse Schrötter's an einer Mischung von Variscit und Halloysit ausgeführt wäre. Ich glaube aber, dass der Name »Schrötterit« wenigstens für das Mineral von Cherokee Co. (Alabama) und Saalfeld erhalten bleiben muss.

Melit von Saalfeld²⁾. Unter dem Mikroskope erscheint der Melit bald als gerade oder gekrümmte, undurchsichtige Nadeln (Fig. 2, Taf. IV), bald als kleine Blättchen. Die dünneren Blättchen sind halbdurchsichtig und zeigen eine schöne weinrothe Farbe; die dünnsten scheinen hell gelblichroth.

Die Melitblättchen sind, wie der Schrötterit, völlig isotrop. Oft (wie schon Fig. 1, Taf. IV zeigt) ist mikroskopisch offenbar, was auch im Aeusseren der Proben klar ist, nämlich die Umwandlung des Melit in Schrötterit.

Meine Analyse des Melit von Saalfeld entspricht gut der Formel



wo $R_2O_3 = Al_2O_3$ und Fe_2O_3 . Sie erfordert, wenn $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ wie 4:4, folgende Zahlen:

SiO_2	13,91
Al_2O_3	37,85
Fe_2O_3	44,84
H_2O	33,40
	<hr/> 100,00

2. Olivin von Latium.

(Hierzu Taf. IV, Fig. 3—4.)

Ich habe schon³⁾ eine kurze krystallographisch-chemische Beschreibung dieses Minerals bekannt gemacht, zu welcher ich jetzt Einiges hinzufügen muss.

Das neue Brachyprisma $t = \{230\} \infty \check{P}_{\frac{3}{2}}$, welches ich an einem einzigen Krystalle beobachtet hatte, fand ich neulich mit kleinen, aber sehr glänzenden Flächen am Krystalle Fig. 3, Taf. IV, welcher durch die gleichzeitige Anwesenheit der seltenen Form $i = \{044\} 4\check{P} \infty$ sehr merkwürdig ist.

Die gemessenen und die bei Anwendung der Scacchi-Des Cloizeaux'schen Constanten

$$a : b : c = 0,46571 : 1 : 0,58646$$

berechneten Winkel sind folgende:

1) Einige Mineralien aus der Gruppe der Thone. Tschermak's min. u. petrogr. Mitth. 1879, 2, 229. Ref. diese Zeitschr. 5, 367.

2) Siehe Fussnote 1) S. 226.

3) Ueber den Olivin Latiums. Diese Zeitschr. 1899, 32, 452. Mit Fig. IV, Fig. 4—3.

$$\begin{array}{rcl} (010):(230) & = & 55^{\circ}31' \text{ gem. } \quad 55^{\circ}4' \text{ ber.} \\ (040):(044) & \quad 23 \text{ } 4 & \quad - \quad 23 \text{ } 5 \quad - \end{array}$$

Den von mir beobachteten Combinationen muss ich noch drei hinzufügen, nämlich:

11) {010} {110} {120} {024},

12) {010} {110} {120} {230} {024} {044} (Fig. 3, Taf. IV),

13) {010} {110} {120} {024} {004} {104} {114} (Fig. 4, Taf. IV).

Meine Analyse war derjenigen der Vogelsberger Krystalle, welche Stromeyer analysirte, sehr nahe, aber eine vollkommenere Uebereinstimmung zeigt sie mit der Analyse Friedheim's des Olivin des Basaltes vom Stempel¹⁾. Auch das specifische Gewicht des letztgenannten Olivin (3,289) ist dem Werthe, welchen ich gefunden habe (3,31)²⁾, sehr nahe.

3. Chemische Zusammensetzung des Forsterit der Albaner Gebirge.

In Latium findet sich auch der Forsterit, aber seltener als der Olivin. Strüver³⁾ ist der Erste, welcher auf die Anwesenheit dieses Minerals in Latium hingewiesen hat.

Die Analyse der durchsichtigen, fast farblosen, von mir erwähnten Krystalle⁴⁾ gab (I.):

	I.	II.
<i>SiO</i> ₂	42,06	42,86
<i>MgO</i>	55,93	57,14
<i>FeO</i>	4,15	—
<i>CaO</i>	0,28	—
(<i>Na</i> ₂ , <i>K</i>) <i>O</i>	0,24	—
	<hr/> 99,63	<hr/> 100,00

Diese Zusammensetzung ist jene eines fast reinen Forsterit, dessen Formel *Mg*₂*SiO*₄ die unter II. stehenden Zahlen erfordert.

Meine Analyse zeigt die grösste Aehnlichkeit mit jener Mierisch's⁵⁾ des Forsterit vom Vesuv und auch mit jener, welche C. T. Clough und W. Pollard⁶⁾ an Proben von Glenelg ausgeführt haben.

1) Siehe M. Bauer, Der Basalt vom Stempel bei Marburg. Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1894, **2**, 484.

2) Nicht 3,44, wie durch einen Druckfehler l. c. steht.

3) Forsterite di Baccano. Rend. R. Accad. dei Lincei 1886 (40), **2**, 459. Ref. diese Zeitschr. **13**, 300.

4) a. a. O. S. 453.

5) Die Auswurfsblöcke vom Monte Somma. Tschermak's min. u. petrogr. Mitth. 1886, **8**, 449. Ref. diese Zeitschr. **13**, 627.

6) Spinell and Forsterite from the Glenelg Limestone (Invernesshire). Quart. Journal Geol. Soc. 1899, **55**, 372. Ref. diese Zeitschr. **34**, 223.

4. Analyse des Diopas der Kirghisen-Steppe.

Hess¹⁾ und Damour²⁾ haben schon vier Analysen des Diopas bekannt gemacht, aber nur eine der durch Damour ausgeführten ist in guter Uebereinstimmung mit der Formel $CuSiO_3 + H_2O$, während die anderen sich von ihnen, besonders in Bezug auf den Kieselerde- und Kupferoxyd-gehalt entfernen.

Ich habe sorgfältig einige kleine Kryställchen des alten Fundortes von Altyn-Tübe analysirt; der Mittelwerth von zwei sehr übereinstimmenden Bestimmungen ist (I.):

	I.	II.
SiO_2	38,25	38,09
CuO	50,48	50,48
H_2O	44,39	44,43
Fe_2O_3	0,43	—
	<hr/> 99,95	<hr/> 100,00

Dieser Diopas hat also eine Zusammensetzung, welche der Formel $CuSiO_3 + H_2O$ (s. unter II.) näher als alle bis jetzt analysirten Proben ist.

5. Manganit von Ilefeld.

(Hierzu Taf. IV, Fig. 5—6.)

Haüy³⁾ hatte nur eine sehr unvollkommene Kenntniss der Mangan-oxyde, die sich in der Natur finden. Er unterschied zwei Gattungen und eine Varietät: den »Manganèse oxydé«, welcher später in Manganit und Pyrolusit getheilt wurde, den »Manganèse oxydé hydraté«, welcher der jetzige Hausmannit ist, und die Varietät »barytifère«, heute Psilomelan.

Die krystallographischen Angaben, die er über den »Manganèse oxydé« bekannt gemacht hat, sind sehr unvollständig. Die verschiedenen Formen entstanden nach ihm aus einem rhombischen Prisma von $102^0 40'$; er erwähnte fünf einfache Gestalten (zwei Prismen, die Basis und zwei Pyramiden) und vier Combinationen.

Dennoch hatte schon das Jahr vorher (1821) Jameson⁴⁾ den Winkel des Protoprisma zu 100^0 ca. angegeben, daher viel näher der Wahrheit. Auch von Leonhard, Phillips und Mohs beschäftigten sich mit der Krystallisation dieser Gattung, aber ihre Angaben sind sehr unvollkommen.

Wir verdanken den Untersuchungen Haidinger's⁵⁾ die genaue Kenntniss der geometrischen Eigenschaften des Manganit von Ilefeld, die er an

1) Pogg. Ann. **13**, 360.

2) Ann. Chim. Phys. 1844, 4^{ème} Série, **10**, 485.

3) Traité de Minéralogie **4**, 261 f. Paris 1822.

4) Manual of Mineralogy, p. 256. Edinburgh 1821.

5) Ueber die Krystallformen und Eigenschaften der Manganerze. Pogg. Ann.

ihm von Turner gegebenen Krystallen studirte. Haidinger bestimmte zwölf einfache Formen, ferner betrachtete er den Manganit als hemiëdrisch mit geeigneten Flächen.

Nach vielen Jahren hat Groth¹⁾ eine sehr wichtige Monographie des Manganit bekannt gemacht; er entdeckte viele neue Formen und er war der Meinung, dass die Manganitkrystalle holoëdrisch sind. Der gleichen Meinung war auch Sadebeck²⁾.

Im Jahre 1886 beschrieb R. Brauns³⁾ einen neuen Fundort; die Krystalle waren flächenarm; sie zeigten: {400}, {110}, {250}, {004} und das neue Orthodoma {17.0.20}.

R. Köchlin⁴⁾ prüfte die Annahme einer Hemiëdrie beim Manganit mit Hülfe der Aetzmethode; die Aetzfiguren bewiesen den holoëdrischen Aufbau der untersuchten Krystalle. Wichtig ist darauf die Mittheilung K. Busz's⁵⁾, welcher zwei Krystalle von Grottenich (Saarbrücken) gefunden hat, die {121} hemiëdrisch ausgebildet zeigten.

Die erwähnten Schriften sind nur die bemerkenswerthesten, weil ich nicht die Absicht gehabt habe, eine vollständige Monographie des Manganit auszuführen.

Ich habe Gelegenheit gehabt, viele schöne Manganitkrystalle von Ilefeld zu beobachten; sie waren oft an den beiden Enden der Axe *c* durch die sehr entwickelte Basis begrenzt; die Prismenzone war gut ausgebildet. Das krystallographische Studium hat zur Bestimmung einiger neuer Formen geführt, ferner boten manche Krystalle unsymmetrischen oder hemiëdrischen Habitus.

Die von mir beobachteten Formen sind folgende:

{400}	$\infty \bar{P} \infty$	h^1	$a : \infty b : \infty c$	a
{010}	$\infty \bar{P} \infty$	g^1	$\infty a : b : \infty c$	b
{004}	$0P$	p	$\infty a : \infty b : c$	c
{10.1.0}	$\infty \bar{P} 10$	$h^{11/3}$	$\frac{1}{10}a : b : \infty c$	μ_1
{110}	∞P	m	$a : b : \infty c$	m
{10.9.0}	$\infty \bar{P} 10^9$	h^{19}	$\frac{9}{10}a : b : \infty c$	q
{650}	$\infty \bar{P} \frac{6}{5}$	h^{11}	$\frac{6}{5}a : b : \infty c$	δ
{430}	$\infty \bar{P} \frac{4}{3}$	h^7	$\frac{4}{3}a : b : \infty c$	i

1) Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg 1878, S. 79.

2) Ueber das Krystallsystem des Manganits. Briefl. Mitth. an Hrn. Th. Liebisch. Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1879, **31**, 206.

3) Manganit von Oberstein a. d. Nahe. Jahrb. f. Min. etc. 1886, **1**, 252. Ausz. diese Zeitschr. **13**, 347.

4) Untersuchungen an Manganit, Polianit und Pyrolusit. Tschermak's mineral. u. petrogr. Mitth. 1887, **9**, 22. Ref. diese Zeitschr. **9**, 22.

5) Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum der Universität Bonn. I. Th., Nr. 5. Diese Zeitschr. 1889, **15**, 646.

*{320}	$\infty \bar{P}\frac{3}{2}$	h^5	$\frac{2}{3}a :$	$b : \infty c$	E
{210}	$\infty \bar{P}2$	h^3	$\frac{1}{2}a :$	$b : \infty c$	d
*{940}	$\infty \bar{P}\frac{9}{4}$	$h^{\frac{13}{5}}$	$\frac{4}{9}a :$	$b : \infty c$	L
{520}	$\infty \bar{P}\frac{5}{2}$	$h^{\frac{7}{3}}$	$\frac{2}{5}a :$	$b : \infty c$	π
{310}	$\infty \bar{P}3$	h^2	$\frac{1}{3}a :$	$b : \infty c$	λ
{410}	$\infty \bar{P}4$	$h^{\frac{5}{3}}$	$\frac{1}{4}a :$	$b : \infty c$	h
*{560}	$\infty \bar{P}\frac{6}{5}$	g^{11}	$\frac{6}{5}a :$	$b : \infty c$	R
{230}	$\infty \bar{P}\frac{3}{2}$	g^5	$\frac{3}{2}a :$	$b : \infty c$	k
*{590}	$\infty \bar{P}\frac{9}{5}$	$g^{\frac{7}{2}}$	$\frac{9}{5}a :$	$b : \infty c$	U
{120}	$\infty \bar{P}2$	g^3	$2a :$	$b : \infty c$	l
{250}	$\infty \bar{P}\frac{5}{2}$	$g^{\frac{7}{3}}$	$\frac{5}{2}a :$	$b : \infty c$	t
{101}	$\bar{P}\infty$	a^1	$a : \infty b :$	c	u
{111}	P	$b^{\frac{1}{2}}$	$a :$	$b :$	c
{121}	$2\bar{P}2$	$b^1 b^{\frac{1}{3}} g^1 = c_3$	$2a :$	$b :$	$2c$
					n

Diese Formen sind alle gut sichtbar, gut entwickelt und sie haben genaue Messungen geliefert. Wenn man in der Prismenzone jedem Schimmer eine Fläche entsprechen lassen wollte, so hätte man an einigen Krystallen mit gestreifter Prismenzone eine sehr grosse Zahl Formen erhalten. Diesen Formen würden nur complicirte Symbole zukommen, und daher können sie nicht als wahre Flächen, sondern nur als Vicinalflächen betrachtet werden. Einige von ihnen, die grösser und besser ausgebildet sind, werden in der Folge erwähnt werden, aber ohne ihnen das Gewicht eigener Formen heizulegen; übrigens wird man sehen, dass sie im Allgemeinen sehr unsicher sind.

Die zwei Pinakoide {100} und {040} sind selten und klein; an zwei Krystallen war aber das erstere ziemlich gross. Im Gegensatze dazu ist die Basis viel breiter; sie ist, wie es seit langer Zeit bekannt ist, der Axe y parallel gestreift.

Wenig entfernt von {100} findet sich {10.4.0}, welches Groth entdeckte. Es ist merkwürdig, dass es ziemlich grosse und sehr glänzende Flächen bietet.

$$(100) : (10.4.0) = 4^0 42' \text{ gem.} \quad 4^0 49\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

Für die Rechnung wurden die Constanten Haidinger's angewandt:

$$a : b : c = 0,84407 : 1 : 0,54484.$$

{110} ist die am besten entwickelte Form der Prismenzone. Ein Krystall lieferte:

$$(100) : (110) = 40^0 9\frac{1}{2}' \text{ gem.} \quad 40^0 10' \text{ ber.}$$

{40.9.0} wurde an einem einzigen Krystalle beobachtet. Schon Groth hat dieses Prisma entdeckt; an meinem Krystalle stumpfte es mit ziemlich grossen Flächen die Combinationskanten von {110} und {430} ab. Es ergab:

$$(110) : (40.9.0) = 2^0 56\frac{1}{2}' \text{ gem.} \quad 2^0 56\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

Nur ein Krystall zeigte das Prisma {650}, welches auch seit langer Zeit bekannt ist; seine Flächen sind schmal, aber glänzend und haben eine gute Messung geliefert:

$$(410):(650) = 5^{\circ} 4' \text{ gem. } 5^{\circ} 2\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

{430} ist ziemlich häufig. Es ist am Manganit seit langer Zeit bekannt und kommt immer wenig ausgedehnt vor. An drei Krystallen fand ich:

$$\begin{array}{r} 7^{\circ} 53' \\ (410):(430) = 7 \ 48 \quad 7^{\circ} 52' \text{ (Mittel) gem., } 7^{\circ} 50' \text{ ber.} \\ 7 \ 55 \end{array}$$

Das schon von Haidinger beschriebene {240} ist eine der häufigsten Formen. Es ist aber zu bemerken, dass es an den von mir untersuchten Krystallen oft viel kleiner als {340} und andere Prismen, die als untergeordnet betrachtet werden, ist; an einigen Krystallen fehlt es völlig. Drei Messungen gaben:

$$\begin{array}{r} 47^{\circ} 45' \\ (410):(240) = 47 \ 27 \quad 47^{\circ} 22' \text{ gem. (Mittel), } 47^{\circ} 47' \text{ ber.} \\ 47 \ 25 \end{array}$$

Merkwürdig sind die zwei neuen Prismen {320} und {940}. Das erstere wurde einmal mit glänzenden Facetten an den Combinationskanten von {650} und {240} beobachtet; man fand:

$$(440):(320) = 40^{\circ} 50' \text{ gem. } 40^{\circ} 48' \text{ ber.}$$

Im Gegensatze dazu ist {940} ziemlich häufig; ich bestimmte es an drei Krystallen. Seine immer kleinen Facetten sind sehr glänzend und sie haben daher sehr genaue und übereinstimmende Messungen gegeben:

$$\begin{array}{r} 49^{\circ} 36' \\ (410):(940) = 49 \ 38\frac{1}{2} \quad 49^{\circ} 37' \text{ gem. (Mittel), } 49^{\circ} 36' \text{ ber.} \\ 49 \ 36 \end{array}$$

Seine Flächen stumpften an den drei Krystallen die Combinationskanten von {240} und {340} ab.

Das zuerst von Groth beobachtete Prisma {520} ist sehr selten; ich habe es nur einmal und mit sehr schmalen Flächen beobachtet:

$$(440):(520) = 24^{\circ} 37' \text{ gem. } 24^{\circ} 30\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

{340} ist sehr häufig und seine Flächen sind oft grösser als jene von {240}, welche gewöhnlich als vorherrschend (nach {440}) angegeben sind. Bald sind sie sehr glänzend, bald fast matt. Einige der gemessenen Winkel sind:

$$\begin{array}{r} 24^{\circ} 30' \\ 24 \ 29 \\ (440):(340) = 24 \ 23 \quad 24^{\circ} 28' \text{ gem. (Mittel), } 24^{\circ} 27' \text{ ber.} \end{array}$$

$$24^{\circ}30'$$

$$24\ 28\frac{1}{2}$$

$$(340):(940) = 4^{\circ}45' \text{ gem. (Mittel), } 4^{\circ}51' \text{ ber.}$$

$$(340):(320) = 13\ 38 \quad - \quad - \quad 13\ 39 \quad -$$

Sehr selten ist im Gegensatze dazu {410}, welches ich an einem einzigen Krystalle mit ausserordentlich kleinen Flächen bestimmt habe.

$$(440):(440) = 28^{\circ}43\frac{1}{2}' \text{ gem. } 28^{\circ}45' \text{ ber.}$$

$$(340):(440) = 3\ 50 \quad - \quad 3\ 48 \quad -$$

Neu ist {560}, welche ich an zwei Krystallen beobachtet habe; es war beide Male ziemlich gross und sehr glänzend.

$$(440):(560) = \begin{matrix} 5^{\circ} & 4' \\ 5 & 40 \end{matrix} \quad 5^{\circ}7' \text{ gem. (Mittel), } 5^{\circ}42' \text{ ber.}$$

{230} ist selten; es wurde an einigen wenigen Krystallen mit meistens breiten und sehr glänzenden Flächen gefunden. Einer dieser Krystalle lieferte:

$$(440):(230) = 44^{\circ}32' \text{ gem. } 44^{\circ}32' \text{ ber.}$$

Sehr häufig ist das Prisma {120}, schon von Haidinger erwähnt. Es ist bald gut entwickelt, bald sehr klein:

$$(440):(120) = 49^{\circ}44' \text{ gem. (Mittel) } 49^{\circ}42' \text{ ber.}$$

$$(420):(230) = 7\ 37 \quad - \quad - \quad 7\ 40 \quad -$$

Das neue Prisma {590} ist ziemlich häufig und auch genügend gross; ferner sind seine Flächen sehr glänzend. Mittel der gemessenen Winkel:

$$(440):(590) = 16^{\circ}20' \text{ gem. } 16^{\circ}29' \text{ ber.}$$

$$(250):(590) = 8\ 6 \quad - \quad 7\ 59\frac{1}{2} \quad -$$

Das Prisma {250} ist selten; es ist aber nicht nur am Manganit von Ilfeld bekannt, sondern R. Brauns hat es auch am Manganit von Oberstein bestimmt. Der Winkel (440):(250) ist = $24^{\circ}38'$ (Mittel verschiedener Messungen), die Rechnung giebt $24^{\circ}28\frac{1}{2}'$. An den Krystallen von Oberstein lieferte diese Form Herrn Brauns nur eine schlechte Messung ((250):(250) = $50^{\circ}59'$ gem., $50^{\circ}43'$ ber.).

Die anderen Formen {101}, {144}, {121} sind immer klein; letztere auch selten.

Ausser diesen sicheren Formen, die genaue Messungen geliefert haben und einfache Symbole besitzen, kommen manchmal in der Prismenzone noch andere vor, die unsichere Messungen geben, welchen nur sehr complicirte Symbole entsprechen, so dass sie, wie ich schon gesagt habe, nicht als eigene Flächen angesehen werden können. Natürlich kann man diesen unsicheren Formen keine besondere Beachtung schenken.

Sie sind: {30.4.0} $\infty \bar{P}30$, {950} $\infty \bar{P}\frac{1}{3}$? oder {11.6.0} $\infty \bar{P}\frac{1}{6}$?, {790} $\infty \bar{P}\frac{1}{2}$? Das erstere {30.4.0} wurde von Groth entdeckt; ich habe es einmal mit sehr schmalen Flächen bestimmt:

$$(110) : (30.1.0) = 38^{\circ} 30' \text{ gem.}, 38^{\circ} 33\frac{1}{2}' \text{ ber.}$$

Die zwei anderen wurden von mir an demselben Krystalle bestimmt. Das erstere ist grösser als das zweite, welches ganz linear ist. Für das erstere fand ich:

$$(110) : (hk0) = 45^{\circ} 20' \text{ gem.}$$

Ein einfaches Symbol, welches sich der Lage dieses Prismas nähert, ist $\{950\}$, mit welchem man hat:

$$(110) : (950) = 45^{\circ} 21\frac{1}{2}' \text{ ber.},$$

daher ein Unterschied zwischen Messung und Rechnung von $17\frac{1}{2}'$. Grössere Uebereinstimmungen erhält man mit dem complicirteren Symbole $\{11.6.0\}$; es erfordert:

$$(110) : (11.6.0) = 45^{\circ} 27' \text{ ber.}$$

Für die andere Vicinalfläche $\{790\}$? mass ich:

$$(110) : (hk'0) = 7^{\circ} 48' \text{ gem.}$$

Hier ist die Unsicherheit noch grösser, weil es drei Symbole giebt, von denen zwei sehr complicirt sind, welche sich diesem Werthe nähern. Sie sind: $\{790\}$, $\{10.13.0\}$, $\{17.22.0\}$, die resp. liefern:

$$\begin{array}{rcl} (110) : (790) & = & 7^{\circ} 40\frac{1}{2}' \text{ ber.} \\ & : (10.13.0) & 7 \ 29\frac{1}{2} \quad - \\ & : (17.22.0) & 7 \ 24\frac{1}{2} \quad - \end{array}$$

Was nun die Krystalle mit hemiëdrischem oder unsymmetrischem Habitus betrifft, so habe ich zwei von ihnen in den Fig. 5 und 6, Taf. IV dargestellt. Der Krystall Fig. 5, welcher auch deshalb merkwürdig ist, weil er das Pinakoid $\{100\}$ genügend gross bietet, zeigt hemiëdrisch die Protopyramide $\{111\}$. In der That, während (111) sehr schmal ist, ist $(\bar{1}\bar{1}1)$ grösser.

Aber ohne Zweifel wichtiger ist der Krystall Fig. 6. Er ist nicht symmetrisch, indem (110) , (210) , (310) resp. kleiner als $(1\bar{1}0)$, $(2\bar{1}0)$, $(3\bar{1}0)$ sind; ferner ist (111) sehr klein und im Gegensatze dazu ist $(\bar{1}\bar{1}1)$ gross entwickelt. Dieser Krystall zeigt auch die Pyramide $\{121\}$, von welcher die Fläche (121) anwesend ist, $(\bar{1}\bar{2}1)$ völlig fehlt.

Diese zwei Krystalle scheinen also der geneigtflächigen Hemiëdrie anzugehören. Merkwürdig ist, dass die Protopyramide $\{111\}$ das negative Spnenoid vorherrschend zeigt, während $\{121\}$ nur die Flächen des positiven Spnenoids hat. Dennoch glaube ich, wie auch schon Groth und Sadebeck, dass diese Hemiëdrie-Erscheinungen ganz zufällige sind.

6. Ueber den gelben Epidot vom Colle del Paschietto (Alathal).

(Hierzu Taf. IV, Fig. 7.)

Die berühmten Lagerstätten des Alathales liefern sehr schöne Epidotkrystalle, die viele Mineralogen und besonders Marignac, Hessenberg und Bücking untersucht haben. Vor wenigen Jahren hat La Valle¹⁾ eine wichtige Monographie dieses Epidot bekannt gemacht, fand aber an den von ihm beobachteten Krystallen nur einige der schon von Anderen erwähnten Formen. Dagegen hat er auch {144} bestimmt, welches vom Rath entdeckte und das an Krystallen vom Alathale noch unbekannt war, und die für den Epidot neue Hemipyramide {234}.

Die von ihm für die einfachen Krystalle angenommenen Constanten sind:

$$a:b:c = 1,5824207:1:1,8076151; \beta = 64^{\circ} 32' 38'',$$

und für die Zwillinge:

$$a:b:c = 1,5834874:1:1,8139544; \beta = 64^{\circ} 34' 50,9''.$$

Diese beiden Axenverhältnisse weichen stark von jenem Kokscharow's ab.

Die zahlreichsten und schönsten Epidotkrystalle vom Alathale kommen im Colle del Paschietto bei Balme vor. Unter allen verdienen eine besondere Erwähnung sehr schöne, hellgelbe, sehr seltene Kryställchen. Sie sind im Allgemeinen nach *b* verlängert und in den zwei anderen Dimensionen fast gleich; es giebt aber auch sehr kleine, nach {400} tafelförmige Krystalle.

Diese hellgelben Krystalle sind flächenarm; ich habe mit Sicherheit folgende Formen bestimmt:

{400}	$\infty P\infty$	h^1	$a : \infty b : \infty c$
{001}	$0P$	p	$\infty a : \infty b : c$
{010}	$\infty R\infty$	g^1	$\infty a : b : \infty c$
{110}	∞P	m	$a : b : \infty c$
{102}	$-\frac{1}{2}P\infty$	o^2	$a : \infty b : \frac{1}{2}c$
*{203}	$-\frac{2}{3}P\infty$	$o^{\frac{3}{2}}$	$a : \infty b : \frac{2}{3}c$
{101}	$-P\infty$	o^1	$a : \infty b : c$
*{13.0.11}	$-\frac{11}{13}P\infty$	$o^{\frac{11}{13}}$	$a : \infty b : \frac{11}{13}c$
{301}	$3P\infty$	$a^{\frac{1}{3}}$	$a' : \infty b : 3c$
{201}	$2P\infty$	$a^{\frac{1}{2}}$	$a' : \infty b : 2c$
{101}	$P\infty$	a^1	$a' : \infty b : c$
{011}	$R\infty$	e^1	$\infty a : b : c$

1) G. La Valle, Sull' epidoto di Val d'Ala. Roma 1890. Ref. diese Zeitschr. 20, 624. Ich muss eine kleine Unrichtigkeit La Valle's erwähnen. Er sagt: »Haüy beschreibt unter dem Namen Schorl vert u. s. w.« Das ist nicht zutreffend, weil Haüy (Traité de Minéralogie, 2^{ème} Edition, Tome 2^{ème}, Paris 1822, p. 568) unser Mineral »Epidot« nennt und mit kleineren Lettern schreibt: »Schorl vert de l'ancienne minéralogie«.

{012}	$\frac{1}{2}R\infty$	e^2	$\infty a :$	$b :$	$\frac{1}{2}c$
{023}	$\frac{2}{3}R\infty$	$e^{\frac{3}{2}}$	$\infty a :$	$b :$	$\frac{2}{3}c$
{111}	$-P$	$d^{\frac{1}{2}}$	$a :$	$b :$	c
{ $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ }	P	$b^{\frac{1}{2}}$	$a' :$	$b :$	c
{213}	$-\frac{2}{3}P2$	$d^1 d^{\frac{1}{2}} h^{\frac{1}{2}} = o^{\frac{1}{2}}$	$3a :$	$b :$	$\frac{2}{3}c$
{ $\bar{2}\bar{3}\bar{3}$ }	$R\frac{3}{2}$	$b^1 d^{\frac{1}{2}} g^{\frac{1}{2}}$	$\frac{3}{2}a' :$	$b :$	c
{ $\bar{1}\bar{2}\bar{1}$ }	$2P2$	$b^1 d^{\frac{1}{2}} g^1$	$2a' :$	$b :$	$2c$
*{ $\bar{7}\bar{4}\bar{4}$ }	$\frac{7}{4}P\frac{7}{4}$	$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}} h^{\frac{1}{2}}$	$\frac{7}{4}a' :$	$b :$	$\frac{7}{4}c$

Die complicirten und unsicheren, sehr schmalen Flächen der Zone [100 : 001] habe ich vernachlässigt.

Die zwei negativen Hemiorthodomen {203} und {13.0.11} sind für die Localität neu; ich habe sie vor Kurzem an Krystallen vom Sulzbachthale gefunden¹⁾. Das erstere ist klein und sehr glänzend, das andere zeigt nur linienförmige, sehr glänzende Flächen. Auch die positive Hemipyramide { $\bar{7}\bar{4}\bar{4}$ } ist für den Fundort neu. Sie wurde an einem einzigen Krystalle beobachtet; ihre sehr kleinen Flächen sind sehr glänzend und sie liefern daher sehr genaue Messungen. Sie liegt in den Zonen [100 : 011], welche ich am Krystalle geprüft habe, und [102 : $\bar{4}\bar{2}\bar{3}$]. Folgende Winkel wurden gemessen :

$$\begin{array}{lcl} (\bar{1}00) : (\bar{7}\bar{4}\bar{4}) = 49^\circ 57\frac{1}{2}' \text{ gem.} & & 49^\circ 54' \text{ ber.} \\ (\bar{7}\bar{4}\bar{4}) : (0\bar{1}\bar{1}) & 53 \quad 5 \quad - & 53 \quad 3\frac{1}{2} \quad - \end{array}$$

Diese Hemipyramide wurde von Bücking am Sulzbachthal-Epidot entdeckt.

Die oben erwähnten Formen haben sehr verschiedene Grösse. {010} ist sehr selten und sehr klein; {100} und {001} sind im Gegensatze dazu die am besten entwickelten Flächen. Das Hemiorthodoma {101} ist immer klein; wenig kleiner ist {102}. Die positiven Hemiorthodomen sind fast immer ziemlich gross; fast gleich ausgebildet zeigen sich {301} und { $\bar{2}$ 01}. Das ist merkwürdig, weil {301} im Allgemeinen am Epidot klein ist und La Valle es nicht an Alathal-Krystallen erwähnt hat. An einem Krystalle fehlte { $\bar{1}$ 01} und von den positiven Hemiorthodomen waren nur { $\bar{2}$ 01} und {301} anwesend.

Unter den Klinodomen ist {011} das grösste, {023}, welches auch selten vorkommt, das kleinste. Das Protoprisma {110} ist oft wenig breit; sehr klein ist {111}. Im Gegensatze dazu ist { $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ } sehr gross. {213} habe ich nur einmal beobachtet, La Valle fünfmal; es ist daher ziemlich selten. Häufiger ist { $\bar{1}\bar{2}\bar{1}$ }, welches von Malignac entdeckt und auch von Hessenberg an Krystallen vom Alathale erwähnt wurde. Ich habe es immer sehr klein beobachtet; seine Flächen sind nur zum Theil vorhanden.

1) Ueber zwei flächenreiche Epidotkrystalle von Sulzbach. Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1900, 1, 481.

Fast an allen gelben Krystallen kommt $\{\bar{2}33\}$ mit ziemlich grossen Flächen vor.

Merkwürdig ist der ganz unsymmetrische Habitus dieser Krystalle. Schon La Valle hat in Taf. I seiner Arbeit einige Krystalle mit einem solchen Habitus dargestellt. An den von mir beobachteten Krystallen, die im Allgemeinen an einem Ende der Axe b zerbrochen sind, kommen $(0\bar{1}4)$ und $(0\bar{1}2)$ ziemlich gross vor, während $(0\bar{1}\bar{1})$ und $(0\bar{1}\bar{2})$ viel kleiner sind; $(11\bar{1})$ und $(1\bar{1}0)$ sind resp. grösser als $(\bar{1}\bar{1}4)$ und $(\bar{1}\bar{1}0)$. Daher sind gewöhnlich die Flächen, welche rechts der Symmetrieebene liegen, entwickelter als die entsprechenden, welche links gelegen sind. Einer der von mir beobachteten unsymmetrischen Krystalle ist in Fig. 7, Taf. IV dargestellt. Weil ich nicht die Absicht hatte, ein vollständiges Studium des Alathal-Epidot vorzunehmen, so habe ich mich darauf beschränkt, nur eine kleine Zahl Winkel zu messen. Diese Winkel, die nöthig für die Bestimmung der verschiedenen Formen waren, sind in fast völliger Uebereinstimmung mit jenen aus den Kokscharow'schen Constanten

$$a : b : c = 4,5807 : 4 : 4,8057; \quad \beta = 64^{\circ} 36'$$

berechneten.

Kanten:	Gemessen (Mittel):	Berechnet:	Diff.:
$(110) : (1\bar{1}0)$	$= 69^{\circ} 59' 30''$	$70^{\circ} 0'$	$-0' 30''$
$(110) : (100)$	$54 \ 59 \ 30$	$55 \ 0$	$-0 \ 30$
$(004) : (102)$	$22 \ 29$	$22 \ 30 \ 30$	$-4 \ 30$
$(004) : (203)$	$27 \ 30 \ 30$	$27 \ 24 \ 30$	6
$(004) : (104)$	$34 \ 42$	$34 \ 42$	$-$
$(004) : (13.0.11)$	$37 \ 38$	$37 \ 44$	-3
$(004) : (100)$	$64 \ 35$	$64 \ 36$	-1
$(004) : (30\bar{1})$	$81 \ 20$	$81 \ 22$	-2
$(004) : (20\bar{1})$	$90 \ 29$	$90 \ 33$	-4
$(004) : (014)$	$58 \ 32$	$58 \ 29$	3
$(004) : (023)$	$47 \ 26$	$47 \ 24$	2
$(004) : (012)$	$39 \ 15$	$39 \ 12$	3
$(004) : (111)$	$52 \ 24$	$52 \ 20$	4
$(110) : (111)$	$23 \ 26$	$23 \ 25$	1
$(004) : (110)$	$75 \ 44 \ 30$	$75 \ 45$	$-0 \ 30$
$(004) : (\bar{1}\bar{1}4)$	$75 \ 11$	$75 \ 12$	-1
$(\bar{2}33) : (\bar{1}\bar{1}4)$	$10 \ 52$	$10 \ 49 \ 30$	$2 \ 30$
$(\bar{1}24) : (\bar{1}\bar{1}4)$	$15 \ 50$	$15 \ 46 \ 30$	$3 \ 30$
$(100) : (0\bar{1}4)$	$77 \ 6$	$77 \ 3$	3
$(\bar{1}00) : (\bar{7}\bar{1}4)$	$49 \ 57 \ 30$	$49 \ 55$	$2 \ 30$
$(0\bar{1}4) : (\bar{7}\bar{1}4)$	$53 \ 5$	$53 \ 2$	3

7. Brochantit von Utah.

(Hierzu Taf. IV, Fig. 8.)

Der Brochantit von Utah wurde im Jahre 1888 von Herrn Washington¹⁾ krystallographisch beschrieben; die Krystalle boten zwei Typen und die Formen {110}, {010}, {201}, {12.1.4} dar.

Ich habe Gelegenheit gehabt, eine Probe von diesem Fundorte zu untersuchen. Die sehr kleinen Bronchantitkrystalle, welche höchstens $\frac{3}{4}$ mm maassen, waren von verschiedenen Kupferarsenaten begleitet.

An meinen Krystallen habe ich die drei von Washington unterschiedenen Combinationen wiedergefunden; ferner habe ich an ihnen auch zwei Formen erkannt, die für die Localität neu sind. Beide finden sich an einem Krystalle, der die Formen {110}, {010} und {201} zeigt. An den Combinationsecken von {110} und {010} dieses Krystalles ist das Prisma {120} anwesend. Dieses Prisma, welches G. Rose an Krystallen vom Ural entdeckte, ist ziemlich gross, genau wie an den von Rose beschriebenen Krystallen. Die zweite für den Fundort neue Form ist die Pyramide {532}, welche schon Schrauf²⁾ bestimmt hat. Ihre Flächen sind klein, aber sehr glänzend und sie haben genaue Messungen geliefert (Fig. 8, Taf. IV). Die von mir gemessenen Winkel sind in völliger Uebereinstimmung mit jenen aus dem Kokscharow'schen³⁾ Axenverhältnisse

$$a : b : c = 0,7739 : 4 : 0,4874$$

berechneten. Daher gebe ich hier nur die Winkel, welche den für die Localität neuen Formen entsprechen:

(110):(120)	= 49° 25½'	gem.	49° 23'	ber.
(010):(120)	32 50	-	32 53	-
(532):(110)	32 47	-	32 24 20"	-
(532):(532)	42 50	-	42 48	-

Alle die bis jetzt am Brochantit von Utah bekannten Formen sind daher folgende:

{010}	$\infty \bar{P} \infty$	g^1	$\infty a : b : \infty c$
{110}	∞P	m	$a : b : \infty c$
{120}	$\infty \bar{P} 2$	g^3	$2a : b : \infty c$
{201}	$2 \bar{P} \infty$	$a^{\frac{1}{2}}$	$a : b : 2c$
{12.1.4}	$3 \bar{P} 12$	$b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{4}}$	$12a : b : 3c$
{532}	$\frac{5}{2} \bar{P} \frac{5}{3}$	$b^{\frac{1}{4}} h^{\frac{1}{4}} = a_4$	$\frac{5}{3} a : b : \frac{5}{2} c$

1) W. J. Hillebrand and H. S. Washington, Notes on certain rare Copper Minerals from Utah. Amer. Journ. of Sci. 1888, **35**, 298. Ref. diese Zeitschr. **17**, 314.

2) Sitzungsber. Akad. Wien 1873, I. Abth., **67**, 295.

3) Materialien zur Mineralogie Russlands **3**, 260.

8. Diopsid vom Alathale.

Schon Haüy, Phillips, Lévy, Miller, Hessenberg, Kokscharow, Marignac haben wichtige Studien über dieses schöne Mineral der berühmten Lagerstätten des Alathales bekannt gemacht, und neuere zahlreiche Mittheilungen vieler Mineralogen führten zur Kenntniss einer grossen Zahl neuer Formen.

G. vom Rath¹⁾ hat die drei neuen Flächen $\{504\} \infty P\infty$, $\{624\} \infty P3$, $\{344\} \infty P3$ bestimmt; J. Götz²⁾ entdeckte die Formen $\{15.4.0\} \infty P^{1\frac{1}{2}}$, $\{15.0.4\} \infty P\infty$, $\{15.4.4\} \infty P^{1\frac{1}{2}}$ und in demselben Jahre³⁾ die anderen $\{404\} \infty P\infty$, $\{241\} \infty P2$, $\{444\} \infty P4$, $\{922\} \infty P\frac{3}{2}$, $\{10.4.4\} \infty P\frac{5}{2}$. G. La Valle⁴⁾ hat eine sehr wichtige Monographie des Diopsid der Mussa-Alp ausgeführt; er fand die für die Localität neuen Formen $\{920\} \infty P\frac{3}{2}$, $\{885\} \frac{8}{3}P$, $\{244\} \infty P2$, $\{464\} \infty P\frac{3}{2}$, $\{154\} 5R5$ und die 44 folgenden: $\{702\} \infty P\infty$, $\{204\} 2P\infty$, $\{134\} \infty P3$, $\{436\} \infty P3$, $\{433\} \infty P\frac{4}{3}$, $\{732\} \infty P\frac{7}{3}$, $\{152\} \frac{5}{3}P5$, $\{235\} \frac{3}{5}P\frac{3}{2}$, $\{347\} \frac{4}{7}P\frac{4}{3}$, $\{465\} \frac{5}{6}P\frac{3}{2}$, $\{687\} \frac{3}{7}P\frac{4}{3}$, $\{13.24.13\} \frac{2}{3}P\frac{2}{3}$, $\{18.20.19\} \frac{2}{9}R\frac{1}{9}$, für Pyroxen neu. Bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate berechnete er das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 4,0942577 : 4 : 0,5894907; \beta = 74^{\circ} 8' 53''.$$

Derselbe Autor⁵⁾ hat auch den Diopsid von »Borne de Brous« (Alathal) untersucht, welcher keine neue Form darbot.

A. Schmidt⁶⁾ in seiner wichtigen Arbeit über den Pyroxen gab für den Alathal-Diopsid die Constanten:

$$a : b : c = 4,0895 : 4 : 0,5894; \beta = 74^{\circ} 15' 47'',$$

die von jenen La Valle's sehr verschieden sind. Ferner fügte er zu den schon bekannten Formen das negative Hemiorthodoma $\{404\} \infty P\infty$ hinzu, welches noch nicht an Alathal-Krystallen gefunden worden war.

Ich werde hier eine kurze Beschreibung von zwei Krystallen geben, die durch die Anwesenheit von neuen Formen oder durch ihren Habitus besonders wichtig sind.

Krystall I. Er zeigt folgende Formen: $a = \{400\} \infty P\infty$, $b = \{010\} \infty P\infty$, $c = \{004\} 0P$, $m = \{140\} \infty P$, $f = \{340\} \infty P3$, $\chi = \{510\} \infty P5$,

4) Mineralogische Mittheilungen. Neue Folge. Diese Zeitschr. 4884, 8, 46.

2) Mittheilungen aus dem mineralogischen Institut der Universität Greifswald. Mitth. des naturwiss. Vereins für Neuvorpommern und Rügen, 1886.

3) Krystallographische Untersuchungen an Diopsid. Diese Zeitschr. 1886, 11, 236.

4) Sul diopside di Val d'Ala. Memorie R. Accad. dei Lincei, Classe di scienze fis. mat. e nat. 1886, serie 4^a, 3, 226. Auszug diese Zeitschr. 13, 293.

5) Sul diopside delle Borne de Brous presso Ala in Val d'Ala. Ibid. 1888. Ref. diese Zeitschr. 18, 88.

6) Daten zur genaueren Kenntniss einiger Mineralien der Pyroxengruppe. Diese Zeitschr. 1892, 21, 4.

$i = \{130\}$, $z = \{021\}2P\infty$, $p = \{101\}P\infty$, $c = \{301\}-3P\infty$, $M = \{401\}-4P\infty$, $\psi = \{501\}-5P\infty$, $s = \{111\}P$, $u = \{111\}-P$, $o = \{221\}2P$, $\eta = \{421\}-4P2$, die alle schon bekannt sind; ferner:

$\{\bar{2}31\}$	$3R\frac{3}{2}$	$b^1d^{\frac{1}{2}}g^1$	$\frac{3}{2}a' : b : 3c$	r
$\{\bar{3}43\}$	$\frac{4}{3}R\frac{4}{3}$	$b^1d^{\frac{1}{3}}g^{\frac{1}{3}}$	$\frac{4}{3}a' : b : \frac{4}{3}c$	v
$\{14.1.1\}$	$-14P14$	$d^{\frac{1}{3}}d^{\frac{1}{3}}g^1$	$14a' : b : 14c$	w neu.

Das Symbol $\{\bar{2}31\}$ wurde durch genaue Messungen und die beiden Zonen $[010 : \bar{2}21]$ und $[\bar{1}04 : \bar{1}30]$ bestimmt. Diese Form liegt aber auch in zwei anderen Zonen $[104 : \bar{1}10]$ und $[100 : 131]$. Ihre kleinen und glänzenden Flächen finden sich zu beiden Seiten der Symmetrieebene. Gemessene Winkel:

$(010) : (\bar{2}31) = 36^\circ 35'$	gem.	$36^\circ 26' 2''$	ber. ¹⁾
$(\bar{2}31) : (\bar{2}21) = 11 26$	-	11 28 48	-
$(\bar{2}31) : (001) = 70 40$	-	70 31 38	-

Die andere neue Hemipyramide $\{\bar{3}43\}$ ist grösser als die vorige; ihr Symbol folgt aus den zwei Zonen $[301 : \bar{3}10]$ und $[010 : \bar{1}11]$, in welchen sie liegt. Folgende Winkel wurden gemessen:

$(010) : (\bar{3}43) = 53^\circ 0'$	gem.	$52^\circ 51' 42''$	ber.
$(\bar{3}43) : (001) = 47 2$	-	47 6 13	-

$\{14.1.1\}$ kommt mit kleinen und unterbrochenen Flächen vor, welche die Combinationskanten von (100) und (111) abstumpfen. Sie liegt in den Zonen $[100 : 111]$ und $[401 : 10.1.0]$, aber wegen des Fehlens des Prismas $\{10.1.0\}$, welches Schmidt am neuen Diopsid von Schwarzenstein entdeckt hat, konnte ich die zweite Zone nicht bestätigen. Diese Form ist daher nicht ganz sicher. Gemessene Winkel:

$(100) : (14.1.1) = 8^\circ 3'$	gem.	$8^\circ 6' 38''$	ber.
---------------------------------	------	-------------------	------

Bemerkenswerth ist der ganz unsymmetrische Habitus des Krystalles. Er ist nach (100) etwas tafelförmig; $(\bar{1}00)$ fehlt im Gegensatze dazu ganz, indem es durch zwei regelmässige Flächen substituirt ist, welche gegen einander um $52'$ geneigt sind. Sie bilden mit $(\bar{1}10)$ Winkel von $47^\circ 7'$ resp. $46^\circ 15\frac{1}{2}'$. Aus diesen Werthen folgt für den Winkel zwischen den zwei Flächen $0^\circ 51' 30''$, also dem gefundenen ($52'$) sehr nahe. Diesen zwei Flächen, welche $\frac{1}{2}$ mm breit sind, entsprechen sehr complicirte Symbole, nämlich $(\bar{8}\bar{9}.\bar{1}.0)$ und $(\bar{4}\bar{8}\bar{7}.\bar{1}.0)$. Mit den Constanten La Valle's erfordern diese Symbole:

$$\begin{aligned} (\bar{8}\bar{9}.\bar{1}.0) : (\bar{1}10) &= 47^\circ 7' 15'' \\ (\bar{4}\bar{8}\bar{7}.\bar{1}.0) : (\bar{1}10) &= 46 45 26 \end{aligned}$$

Diese complicirten Symbole sind jenen der Vicinalflächen vergleichbar,

1) Bei Anwendung des Axenverhältnisses La Valle's.

welche Lorenzen¹⁾ am Liëvrit von Grönland $((0.49.1)49\check{P}\infty, (280.840.3)280\check{P}2\frac{1}{7}$ u. s. w.) entdeckt hat, wie auch die sehr complicirten Vicinalprismen, z. B. $m_{11} = (100.77.0)\infty P_{77}^{100}$, $m_{10} = (200.157.0)\infty P_{157}^{200}$, $m_1 = (500.527.0)\infty P_{527}^{500}$, die V. v. Zepharovich²⁾ und E. Weinschenk³⁾ am Orthoklas fanden.

{310} hat seine vier Flächen ungleich entwickelt: (310) und (310) sind sehr klein; (310) ist viel grösser und (310) ist die grösste Fläche des Krystalles, mit Ausnahme von (100). Aber während ich für (310), (310) und (310) Winkel gemessen habe, die mit dem Symbol {310} übereinstimmen, fand ich $(100):(310) = 49^\circ 54\frac{1}{2}'$, so dass dieser Fläche das Symbol $(22.\bar{7}.0)$ entspräche, welches erfordert:

$$(100):(22.\bar{7}.0) = 49^\circ 50' 48''.$$

Diese Fläche stumpft nur theilweise die Kante $[100:1\bar{1}0]$ ab. Dies geschieht auch an anderen Krystallen, obwohl die Winkel des Prismas {310} keine Aenderung zeigen.

Von den zwei Flächen von {010} ist (010) grösser als (010).

Die anderen Formen, mit Ausnahme von {001} und {111}, sind sehr klein. Das schon von vom Rath gefundene {501} ist das grösste negative Hemiorthodoma; {401}, welches Götz entdeckte und auch La Valle gefunden hat, ist viel kleiner; {301} ist sehr schmal, mit blossen Auge unsichtbar.

Krystall II. Die an diesem beobachteten Formen sind folgende: $a, b, m, f, i, o, u, s, \eta$ und $\lambda = \{331\}3P$, $\pi = \{041\}4P\infty$, $\gamma = \{151\}5P5$.

Die Flächen (310) und (310) stumpfen, wie am vorigen Krystalle (310), nur einen Theil der Combinationskanten von (100) und (110), (110) ab. Während die Flächen der Zone [001] parallel der Axe c tief gestreift sind, zeigen jene des Protoprismas {110} Streifung parallel der Combinationskante mit der Basis. Diese Streifung, welche vom Rath zuerst beschrieben hat, wurde auch von La Valle erwähnt. Aber während sie sich nach diesem Autor nur an dem äussersten Ende des Krystalles findet, erstreckt sie sich an meinem Krystalle nicht nur auf das ganze {110}, sondern auch auf {221}. Es ist zu bemerken, dass (110) keine Spur dieser Streifung bietet; also Flächen einer selben Form zeigen an diesem Krystalle verschiedene Beschaffenheit.

(100) ist stark gestreift. Auf ihm (4) finden sich zwei (2 und 3) parallel angewachsene Krystalle, was sehr häufig am Alathal-Diopsid geschieht. Die drei Krystalle 1, 2, 3 sind aber nicht genau parallel, weil 2 mit 3 einen

1) Untersuchung einiger Mineralien aus Kangerdluarsuk in Grönland. Diese Zeitschr. 1884, 9, 243.

2) Ueber Vicinalflächen an Adularzwillingen nach dem Bavenoer Gesetze. Sitz.-Ber. Wiener Akad., 98, Sitz. 4. Mai 1889. Ref. diese Zeitschr. 20, 304.

3) Die Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstockes. Diese Zeitschr. 1896, 26, 337.

Winkel von $40^{\circ}33'$, mit 1 von $20^{\circ}44'$ bildet; 3 macht mit 1 einen Winkel von $00^{\circ}28'$.

Die bis jetzt am Diopsid vom Alathale beobachteten Formen sind 68, nämlich:

$*\{100\} \infty P \infty$	$*\{501\} - 5P \infty$	$\{131\} - 3P3$	$\{13.24.43\} \frac{21}{13}P \frac{21}{13}$
$*\{010\} \infty R \infty$	$\{702\} - \frac{7}{2}P \infty$	$\{134\} - \frac{3}{4}P3$	$\{18.20.49\} \frac{20}{18}P \frac{19}{9}$
$*\{001\} 0P$	$\{15.0.4\} - \frac{15}{4}P \infty$	$\{136\} - \frac{1}{2}P3$	$\{244\} - 2P2$
$*\{110\} \infty R$	$*\{101\} P \infty$	$\{138\} - \frac{3}{8}P3$	$\{344\} - 3P3$
$\{120\} \infty R2$	$\{201\} 2P \infty$	$\{152\} - \frac{5}{2}P5$	$\{444\} - 4P4$
$*\{130\} \infty R3$	$\{102\} \frac{1}{2}P \infty$	$\{244\} - 4P2$	$\{544\} - 5P5$
$\{240\} \infty P2$	$*\{111\} - P$	$\{121\} 2P2$	$*\{424\} - 4P2$
$*\{310\} \infty P3$	$\{112\} - \frac{1}{2}P$	$\{131\} 3P3$	$\{433\} - \frac{4}{3}P \frac{4}{3}$
$*\{510\} \infty P5$	$*\{221\} - 2P$	$\{154\} 5P5$	$\{464\} - 4P \frac{2}{3}$
$\{920\} \infty P \frac{9}{2}$	$*\{114\} P$	$\{152\} \frac{5}{3}P5$	$\{624\} - 6P3$
$\{15.4.0\} \infty P \frac{15}{4}$	$\{112\} \frac{1}{2}P$	$\{235\} \frac{3}{5}P \frac{3}{2}$	$\{732\} - \frac{7}{2}P \frac{7}{3}$
$\{011\} P \infty$	$*\{224\} 2P$	$\{347\} \frac{4}{7}P \frac{4}{3}$	$\{922\} - \frac{9}{2}P \frac{9}{2}$
$*\{021\} 2P \infty$	$*\{331\} 3P$	$\{234\} 3P \frac{3}{2}$	$\{10.4.4\} - 10P \frac{5}{2}$
$\{044\} 4P \infty$	$\{332\} \frac{3}{2}P$	$\{343\} \frac{4}{3}P \frac{4}{3}$	$\{14.4.4\} - 14P \frac{1}{4}$
$\{104\} - P \infty$	$\{335\} \frac{3}{5}P$	$\{354\} \frac{5}{4}P \frac{5}{3}$	$\{15.4.4\} - \frac{15}{4}P \frac{15}{4}$
$\{304\} - 3P \infty$	$\{885\} \frac{8}{5}P$	$\{465\} \frac{6}{5}P \frac{3}{2}$	$\{312\} \frac{3}{2}P3$
$\{404\} - 4P \infty$	$\{121\} - 2P2$	$\{687\} \frac{8}{7}P \frac{4}{3}$	$\{343\} P3$

Die 16 mit * bezeichneten Formen sind die häufigsten.

A. Schmidt hat die Tabelle der bis 1892 entdeckten Formen in seiner Arbeit¹⁾ bekannt gemacht. Ich kann seinem Verzeichnisse folgende von mir gefundene Formen hinzufügen:

c {141} 4P4	Albaner Gebirge ²⁾ (grüner Augit)
p {624} 6P3	- - - -
B {164} 6P6	- - (schwarzer Augit)
? h {364} 6P2	- - - -
? R {3.12.4} 12P4	- - - -
r {234} 3P $\frac{3}{2}$	Ala (Diopsid)
v {343} $\frac{4}{3}P \frac{4}{3}$	- -
? w {14.4.4} - 14P4	- -

1) Siehe Fussnote 6) S. 239.

2) Ueber den Pyroxen Latiums. Diese Zeitschr. 1900, 33, 39. Die in jenem Aufsätze für die neuen Formen angewandten Buchstaben sind theilweise wie oben zu ändern.

9. Winkelmessungen an Sanidinkrystallen.

(Hierzu Taf. IV, Fig. 9—14, Taf. V, Fig. 15—16.)

Schon im Jahre 1826 bewiesen die Beobachtungen G. Rose's¹⁾, dass die Winkel des Sanidin von jenen des Adular sehr verschieden und unbeständig seien. Nach vielen Jahren führte G. vom Rath²⁾ zahlreiche Messungen an Sanidinkrystallen der Blöcke vom Vesuv und des Laacher Sees aus. Er war der Meinung, dass die Constanten des Sanidin von jenen des Adular sehr verschieden und eigen für jede Localität sind. G. Strüver³⁾ fügte den Sanidintypen »Laach und Vesuv«, welche vom Rath festgestellt hatte, noch einen dritten »Latium« hinzu. Kokscharow⁴⁾ billigte nicht vom Rath's und Strüver's Ansichten und berechnete ein gemeinsames Axenverhältniss für alle Fundorte, nämlich:

$$a : b : c = 0,65277 : 1 : 0,55194; \quad \beta = 63^{\circ} 58' 13''.$$

Ich habe viele Sanidinkrystalle verschiedener Localitäten gemessen, um womöglich zu entscheiden, ob der Sanidin jedes Fundortes einen besonderen Typus bildet oder ob dasselbe Axenverhältniss auf alle bis jetzt bekannte Messungen passt. Ich habe nicht vernachlässigt, die schon von Rose, vom Rath u. s. w. in den Messungen erwähnten Störungen von neuem zu studiren.

I.

Sanidin aus den Trachyten von Monte Cimino und Quartuccio (Umgegend von Viterbo).

Die Anwesenheit des Sanidin in den Trachyten der Monti Cimini wurde unter Anderen besonders von Brocchi⁵⁾, Breislak⁶⁾, Procaccini-Ricci⁷⁾, Des Cloizeaux⁸⁾, vom Rath⁹⁾ erkannt. Auch in einigen anderen geologischen oder petrographischen Schriften finden sich beiläufig kurze Notizen

1) Pogg. Ann. 1826, **15**, 493.

2) Mineralogische Mittheilungen. Fortsetzung VI, 22. Ueber die Winkel der Feldspathkrystalle. Pogg. Ann. 1868, **35**, 454.

3) Studien über die Mineralien Latiums. Diese Zeitschr. 1877, **1**, 225.

4) Materialien zur Mineralogie Russlands **9**, 252.

5) Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico per servire alla geognosia dell' Italia. Mailand 1817, S. 156 f.

6) Institutions géologiques, traduites du manuscrit italien au français par P. J. Campmas. Mailand 1818, **3**, 148.

7) Descrizione metodica di alquanti prodotti dei vulcani spenti dello Stato Romano. Florenz 1820, S. 58 f. — Viaggi ai Vulcani spenti d'Italia nello Stato Romano verso il Mediterraneo. Viaggio secondo. Florenz 1821.

8) Manuel de Minéralogie, Tome 1^{er}, Paris 1862, S. 341.

9) Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. I. Theil. Die Gegend von Bracciano und Viterbo. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1866, **18**, 540.

darüber¹⁾. Wir verdanken aber die erste krystallographische Beschreibung des Sanidin vom Monte Cimino dem Herrn Prof. R. Meli²⁾.

Die meisten Krystalle sind Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze. Unter 230 Krystallen vom Monte Cimino wurden 194 solcher Zwillinge, drei Drillinge, zwei Vierlinge (alle nach dem Karlsbader Gesetze) und 30 einfache Krystalle gefunden. Bavenoer Zwillinge sind sehr selten; ich habe sie nur zu Quartuccio gefunden. Die Karlsbader Zwillinge sind nach z verlängert und mehr oder weniger nach $\{010\}$ tafelförmig; es giebt Penetrations- und Contactzwillinge. Die letzteren sind viel seltener und sie finden sich fast ausschliesslich zu Quartuccio; sie haben im Allgemeinen kleinere Dimensionen. Die einfachen Krystalle sind nach a entwickelt (Fig. 9, Taf. IV). Der grösste Krystall mass 85 mm nach c .

Wichtig sind die folgenden regelmässigen Verwachsungen des Glimmers mit dem Sanidin:

I. Die Kante $[004 : 44\bar{1}]$ des Glimmers ist der Kante $[040 : 001]$ des Sanidins parallel. Sie ist die häufigste.

II. Die Kante $[004 : 44\bar{1}]$ des Glimmers ist der Kante $[040 : 430]$ des Sanidins parallel. Sehr selten.

III. Die Kante $[004 : 44\bar{1}]$ des Glimmers ist der Kante $[440 : \bar{2}04]$ des Sanidins senkrecht. Sie wurde nur einmal beobachtet und ist unsicher.

IV. Die Kante $[040 : 004]$ des Glimmers ist der Kante $[004 : \bar{2}04]$ des Sanidins parallel. Sehr selten.

Von diesen wurden III. und IV. nur an Krystallen vom Monte Cimino beobachtet. In I. und II. lagen die Glimmerkrystalle auf $\{040\}$, in III. auf $\{440\}$, in IV. auf $\{\bar{2}04\}$.

Ein Krystall vom Monte Cimino zeigte auch auf (040) sehr kleine Augitkrystalle, deren Lage nur annähernd bestimmbar war. Die Kante $[400 : 44\bar{1}]$ des Augit schien bald der Kante $[040 : 004]$, bald der Kante $[040 : \bar{2}04]$ des Sanidin parallel.

Die beobachteten Formen sind folgende:

$$\{040\}, \{004\}, \{440\}, \{430\}, \{\bar{2}04\}, \{024\}, \{\bar{1}14\}.$$

Einfache Krystalle. Ich habe drei dieser Krystalle vom Monte Cimino und drei von Quartuccio gemessen. Die angenommenen Axenverhältnisse sind:

1) Man kann folgende Arbeiten erwähnen:

L. Bucca, Contribuzione allo studio petrografico dei Vulcani Viterbesi. Bollettino del R. Comit. Geol. Gennaio, Febbraio 1888.

G. Mercalli, Osservazioni petrografiche-geologiche sui Vulcani Cimini. Rendiconti del R. Istituto Lombardo 1899, 22 (24), fasc. 3.

W. Deecke, Bemerkungen zur Entstehungsgeschichte und Gesteinskunde der Monti Cimini. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1889, Beil.-Bd. 6.

2) Sopra alcune rocce e minerali raccolti nel Viterbese. Bollet. della Soc. Geol. Ital. 1895, 14, fasc. 2.

$$a:b:c = 0,656947:4:0,554428; \beta = 63^{\circ}57' \quad \text{Monte Cimino,}$$

$$= 0,656503:4:0,553858 \quad = 63^{\circ}57'45'' \quad \text{Quartuccio.}$$

In der folgenden Tabelle sind die gemessenen, sowie die berechneten Winkel gegeben ¹⁾).

Monte Cimino					Quartuccio				
Kanten	Grenzen der Messungen	Mittel	Berechnet	Diff.	Grenzen der Messungen	Mittel	Berechnet	Diff.	
(110):(110)	60°59'—64°2'	64°4'	64°5'56"	—4'56"	64°4'—64°7'640 4'	64°4'	64°4'	—	
(040):(110)	59°26'—59°28'	59°27'	59°27' 2	—0 2	59°24'—59°29'	59°26'	59°28'	—2' 0"	
(010):(110)	59°28'—59°30'	59°28'30"	59°27' 2	4 28	—	59°27'	59°28'	—1 0	
(110):(130)	30 0—30 2	30 0 40	29°59'38"	4 2	30 0—30 4	30 0 30"	29°59'40"	0 50	
(010):(130)	29°20'—29°24'	29°22'20"	29°27'24"	—5 4	29°25'—29°28'	29°26'30"	29°28'20"	—1 50	
(070):(130)	—	—	—	—	—	29°26'30"	29°28'20"	—1 50	
(130):(130)	58°49'—58°57'	58°52'40"	58°54'48"	—2 8	58°54'—58°57'	58°55'30"	58°56'40"	—1 40	
(004):(204)	80°48'—80°20'	80°49'	80°49'	—	80°48'—80°24'	80°49'20"	80°48'	4 20	
(004):(040)	90 0—90 4	90 0 20	90 0	0 20	90 0—90 3	90 4	90 0	4 0	
(004):(114)	—	—	—	—	—	55 40	55 43 35	—3 35	
(004):(140)	67°46'—67°48'	67°46'40"	67°46'44"	—0 4	67°45'—67°49'	67°46'40"	67°46'39'	0 4	
(004):(110)	67°44'—67°48'	67°46'40"	67°46'44"	—0 4	67°46'—67°48'	67°47'	67°46'39'	0 24	
(004):(130)	77°34'—77°35'	77°33'40"	77°34'44"	4 59	77°32'—77°33'	77°32'30"	77°34'26"	4 4	
(004):(130)	77°32'—77°37'	77°34'	77°34'44"	2 49	77°34'—77°35'	77°34'30"	77°34'26"	3 4	
(040):(144)	—	—	—	—	—	63 46	63 42 49	3 44	
(010):(204)	89°57'—90 4	89°59'20"	90 0	—0 40	89°59'—90 0	89°59'40"	90 0	—0 20	
(110):(204)	45°30'—45°37'	45°34'	45°38'52"	4 52	45°36'—45°39'	45°38'	45°38'50"	—0 50	
(144):(204)	—	—	—	—	—	39 26	39 22 54	3 6	
(144):(111)	—	—	—	—	—	53 34	53 35 22	—4 22	
(144):(110)	—	—	—	—	—	84 59	85 4 44	—2 44	
(144):(130)	—	—	—	—	—	77 46	77 43 8	0 52	
					$\Sigma = 24'52''$				
					$\varepsilon = 4 47$				
					$\Sigma = 32' 0''$				
					$\varepsilon = 4 34$				

Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze. Ich habe viele Winkel gemessen und fast immer an den beiden Individuen des Zwillinges. Die berechneten Constanten sind, sowohl für Monte Cimino, wie für Quartuccio:

1) Σ ist die Summe der Differenzen, ε der Mittelfehler $= \frac{\Sigma}{n}$, wo n die Zahl der Beobachtungen ist.

$$a : b : c = 0,656503 : 1 : 0,553588; \quad \beta = 63^{\circ} 57' 40''.$$

Kanten	Monte Cimino		Quartuccio		Berechnet	Diff.	
	Grenzen der Messungen	Mittel	Grenzen der Messungen	Mittel		Monte Cimino	Quartuccio
(110) : (170)	60° 58' — 64° 8'	64° 0' 33"	60° 57' — 64° 7'	64° 4' 46"	64° 3' 58"	—3' 23"	—2' 12"
(110) : (010)	59 22 — 59 32	59 28 8	59 24 — 59 34	59 27 30	59 28 1	0 7	—0 34
(110) : (130)	29 56 — 30 7	30 0 32	29 56½ — 30 5	30 0 38	29 59 40	0 52	0 58
(170) : (130)	29 58 — 30 5	30 0 54	29 59 — 30 5	30 0 48	29 59 40	4 44	4 8
(010) : (130)	29 22 — 29 34	29 26 56	29 23 — 29 30	29 25 54	29 28 24	—1 25	—1 30
(130) : (130)	58 49 — 58 59	58 53 46	58 48 — 58 57	58 52 55	58 56 42	—2 56	—3 47
(004) : (204)	80 13 — 80 24	80 16 58	80 15 — 80 22½	80 18 19	80 17 0	—0 2	4 19
(004) : (024)	44 46 — 44 54	44 49 57	44 46½ — 44 53	44 50 38	44 50 54	—0 57	—0 46
(010) : (024)	45 5 — 45 13	45 9 30	45 10 — 45 14	45 11 30	45 9 6	0 24	2 24
(010) : (004)	89 57 — 90 3	89 59 24	89 57½ — 90 3	90 0 6	90 0 0	—0 39	0 6
(004) : (110)	67 42 — 67 49	67 46 46	67 43 — 67 50	67 47 16	67 46 35	0 44	0 44
(004) : (170)	67 43 — 67 50	67 46 44	67 45 — 67 49½	67 47 3	67 46 35	0 9	0 28
(004) : (114)	55 5 — 55 15	55 11 57	55 10 — 55 15	55 12 24	55 12 22	—0 25	—0 4
(004) : (130)	77 27 — 77 38	77 32 43	77 30 — 77 36	77 33 36	77 34 24	0 49	2 12
(004) : (130)	77 25 — 77 36	77 34 46	77 30 — 77 35	77 32 36	77 34 24	—0 22	4 12
(010) : (114)	63 9 — 63 15	63 12 40	63 8 — 63 17	63 12 55	63 12 45	—0 5	0 40
(010) : (204)	89 56 — 90 3	89 59 36	89 57 — 90 3½	89 59 58	90 0 0	—0 24	—0 2
(114) : (114)	53 29 — 53 38	53 34 18	53 28 — 53 39	53 34 53	53 34 30	—0 42	0 23
(024) : (110)	54 5 — 54 14	54 11 12	54 8 — 54 16½	54 12 18	54 12 45	—1 33	—0 27
(024) : (110)	84 40 — 84 50	84 45 40	84 50 — 84 52	84 54 0	84 49 43	—4 3	4 17
(114) : (170)	84 57 — 85 6	85 2 55	84 58 — 85 11	85 5 9	85 2 25	0 30	2 44
(204) : (170)	45 30 — 45 44	45 35 39	45 36 — 45 42	45 38 28	45 39 36	—3 57	—1 8
(204) : (024)	83 6½ — 83 18	83 14 26	83 9½ — 83 12	83 10 30	83 7 39	3 47	2 54
(204) : (114)	39 20 — 39 28	39 23 10	39 23 — 39 29	39 26 15	39 22 49	0 21	3 26
(024) : (130)	39 48 — 39 59	39 52 8	39 48 — 39 52½	39 50 42	39 54 8	—2 0	—3 26
(114) : (130)	77 44 — 77 49	77 44 5	77 44½ — 77 50	77 45 26	77 44 58	—0 53	0 28

Drillinge nach dem Karlsbader Gesetze. Für die drei gefundenen Drillinge vom Monte Cimino wurde folgendes Axenverhältniss berechnet:

$$a : b : c = 0,656449 : 1 : 0,553204; \quad \beta = 63^{\circ} 56' 30''.$$

In folgender Tabelle sind die berechneten und die gemessenen Winkel vereinigt.

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(110) : (170)	60° 57' — 64° 4'	60° 59' 40"	64° 3' 18"	—3' 38"
(110) : (010)	59 24 — 59 33	59 28 23	59 58 24	0 2
(110) : (130)	29 56 — 30 4	30 0 22	29 59 40	0 42
(170) : (130)	29 58 — 30 6	30 0 15	29 59 40	0 35
(010) : (130)	29 26 — 29 30	29 28 7	29 28 44	—0 34
(130) : (130)	58 54 — 58 59	58 54 7	58 57 22	—3 15
(004) : (204)	80 15 — 80 18	80 16 27	80 16 20	0 7

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(001): (021) =	44° 45' — 44° 54'	44° 50' 33"	44° 49' 33"	1' 0"
(010): (021)	45 6 — 45 12	45 9 20	45 10 27	—1 7
(001): (010)	89 57 — 90 0	89 59 33	90 0 0	—0 27
(001): (110)	67 44 — 67 48	67 46 7	67 45 57	0 10
(001): (110)	67 42 — 67 49	67 45 21	67 45 57	—0 36
(001): (111)	55 8 — 55 13	55 10 50	55 11 4	—0 14
(001): (130)	77 29½ — 77 37	77 33 52	77 30 57	2 55
(001): (130)	77 25 — 77 39	77 31 0	77 30 57	0 3
(010): (111)	63 9 — 63 16	63 12 45	63 13 21	—0 36
(010): (201)	89 57½ — 90 1	89 59 43	90 0 0	—0 17
(111): (111)	53 31 — 53 38	53 33 53	53 33 18	0 35
(021): (110)	51 9 — 51 14	51 11 20	51 12 38	—1 18
(021): (110)	84 48 — 84 51	84 49 48	84 51 13	—1 25
(201): (110)	45 34 — 45 39	45 36 12	45 40 21	—4 9
(201): (021)	83 6 — 83 12	83 9 26	83 7 2	2 24
(201): (111)	39 15 — 39 27	39 22 48	39 22 53	—0 5
(130): (021)	39 48 — 39 56	39 51 0	39 54 50	—3 50
(111): (110)	84 58 — 85 6	85 2 20	85 3 14	—0 54
(111): (130)	77 40 — 77 45	77 42 30	77 44 53	—2 23
				Σ = 33' 21"
				ε = 1 17

Die Mittelwerthe der an allen Krystallen gemessenen Winkel sind in guter Uebereinstimmung mit den für die Zwillinge vom Monte Cimino und von Quartuccio angenommenen Constanten

$$a : b : c = 0,656503 : 1 : 0,553588; \quad \beta \ 63^\circ 57' 10'',$$

welche daher als das Axenverhältniss des Sanidin der Trachyte der Umgegend von Viterbo anwendbar sind.

Die folgende Tabelle giebt das Mittel aller an Sanidin vom Monte Cimino gemessenen Winkel, sowie die berechneten Werthe.

Monte Cimino.				
Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff. M. Cimino:
(110): (110) =	60° 57' — 61° 8'	61° 0' 38"	61° 3' 58"	—3' 20"
(010): (110)	59 22 — 59 33	59 28 7	59 28 1	0 6
(110): (130)	29 56 — 30 7	30 0 31	29 59 40	0 51
(110): (130)	29 58 — 30 6	30 0 38	29 59 40	0 58
(010): (130)	29 20 — 29 31	29 26 52	29 28 21	—1 29
(130): (130)	58 49 — 58 59	58 53 46	58 56 42	—2 56
(001): (201)	80 13 — 80 21	80 17 0	80 17 0	—

Monte Cimino.					
Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff. M. Cimino:	
(001) : (021) =	44° 45' — 44° 54'	44° 50' 9"	44° 50' 54"	— 0' 45"	
(010) : (021)	45 5 — 45 13	45 9 30	45 9 6	0 24	
(010) : (001)	89 57 — 90 3	89 59 27	90 0 0	— 0 33	
(004) : (110)	67 42 — 67 49	67 46 37	67 46 35	0 2	
(004) : (110)	67 42 — 67 50	67 46 28	67 46 35	0 7	
(004) : (111)	55 5 — 55 15	55 11 35	55 12 22	— 0 47	
(004) : (130)	77 27 — 77 37	77 32 30	77 31 24	1 6	
(004) : (130)	77 25 — 77 39	77 31 51	77 31 24	0 27	
(010) : (111)	63 9 — 63 16	63 12 42	63 12 45	— 0 3	
(010) : (204)	89 56 — 90 3	89 59 35	90 0 0	— 0 25	
(111) : (111)	53 29 — 53 38	53 34 8	53 34 30	— 0 22	
(021) : (110)	51 5 — 51 14	51 11 14	51 12 45	— 1 31	
(021) : (110)	84 40 — 84 51	84 46 53	84 49 43	— 2 50	
(204) : (110)	45 30 — 45 44	45 35 35	45 39 36	— 4 1	
(204) : (021)	83 6 — 83 18	83 10 46	83 7 39	3 7	
(204) : (111)	39 15 — 39 28	39 23 3	39 22 49	0 14	
(130) : (021)	39 48 — 39 56	39 51 43	39 54 8	— 2 25	
(111) : (110)	84 57 — 85 6	85 2 44	85 2 25	0 19	
(111) : (130)	77 40 — 77 49	77 43 35	77 44 58	— 1 23	
					$\Sigma = 30' 34''$
					$\varepsilon = 4 10$

II.

Sanidin von den Tombe dei Nasoni.

Im Tuff mit schwarzen Schlacken finden sich an dieser Localität (5 km. ungefähr im Norden von Rom) schöne Sanidinkristalle, die manchmal mit einem schwärzlichen Firniß bedeckt, aber öfters durchsichtig, farblos oder etwas ins Gelbliche fallend sind. Brocchi¹⁾ hat sie erwähnt, aber sie sind noch nicht krystallographisch beschrieben worden.

Die Krystalle messen nur wenige Millimeter; sie bieten prismatischen Habitus dar, wenn {010} und {001} gleich entwickelt; oft sind sie nach {010} tafelförmig. Selten sind Bavenoer und Karlsbader Zwillinge; die letzteren sind immer nach {010} sehr tafelförmig.

Die beobachteten Formen sind folgende:

{100}, {010}, {004}, {110}, {130}, {021}, {204}, {111}, {112}, {132}*.

{132} ist neu: sie liegt in den Zonen [004 : 130] und [110 : 112] und stumpft mit kleinen Flächen die Combinationskanten von {001} und {130} ab. Folgende Winkel wurden gemessen:

1) a. a. O. S. 24.

$(001) : (132) = 35^{\circ} 46'$	gem.	$35^{\circ} 42' 34''$	ber. ¹⁾
$(132) : (130)$	$42 \ 49\frac{1}{2}$	-	$42 \ 49 \ 9$ -
$(040) : (132)$	$59 \ 6$	-	$59 \ 3 \ 45$ -
$(132) : (140)$	$39 \ 28\frac{1}{2}$	-	$39 \ 27 \ 13$ -

Die oben erwähnten Formen²⁾ bilden folgende Combinationen:

- 1) $\{040\} \{004\} \{140\} \{\bar{1}11\}$, sehr selten,
- 2) $\{040\} \{004\} \{140\} \{\bar{2}01\}$, selten,
- 3) $\{040\} \{004\} \{140\} \{\bar{1}11\} \{\bar{2}01\}$, sehr häufig,
- 4) $\{040\} \{004\} \{140\} \{\bar{2}01\} \{100\}$, nur einmal,
- 5) $\{040\} \{004\} \{140\} \{130\} \{\bar{2}01\}$, ziemlich häufig,
- 6) $\{040\} \{004\} \{140\} \{\bar{2}01\} \{024\}$, - - besonders in Karlsbader Zwillingen,
- 7) $\{040\} \{004\} \{140\} \{130\} \{\bar{1}11\} \{\bar{2}01\} \{024\}$, ziemlich häufig,
- 8) $\{040\} \{004\} \{140\} \{130\} \{\bar{1}11\} \{\bar{2}01\} \{132\}$, (Fig. 10, Taf. IV). Nur einmal,
- 9) $\{040\} \{004\} \{140\} \{130\} \{\bar{1}11\} \{\bar{2}01\} \{132\} \{\bar{1}12\}$, nur einmal,
- 10) $\{040\} \{004\} \{140\} \{130\} \{\bar{1}11\} \{\bar{2}01\} \{024\} \{132\}$, - -

Alle die Formen haben, mit Ausnahme von $\{024\}$, $\{132\}$, $\{\bar{1}12\}$, welche immer klein sind, sehr verschiedene Entwicklung, wie die Fig. 10—14, Taf. IV zeigen. $\{130\}$ ist aber nur am Krystalle Fig. 10, Taf. IV vorherrschend.

Die berechneten Constanten sind:

$$a : b : c = 0,656617 : 4 : 0,553223; \beta = 63^{\circ} 57' 30''.$$

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(140) : (1\bar{1}0) = 60^{\circ} 55\frac{1}{2}' - 61^{\circ} 4'$		$61^{\circ} 0' 24''$	$61^{\circ} 4' 38''$	$-4' 14''$
$(140) : (040)$	$59 \ 24 - 59 \ 34$	$59 \ 28 \ 33$	$59 \ 27 \ 41$	$0 \ 52$
$(140) : (130)$	$29 \ 58 - 30 \ 3$	$30 \ 0 \ 45$	$29 \ 59 \ 39$	$1 \ 6$
$(1\bar{1}0) : (1\bar{3}0)$	$29 \ 59 - 30 \ 2$	$30 \ 0 \ 20$	$29 \ 59 \ 39$	$0 \ 44$
$(040) : (130)$	$29 \ 24\frac{1}{2} - 29 \ 30$	$29 \ 28 \ 45$	$29 \ 28 \ 2$	$-0 \ 13$
$(130) : (1\bar{3}0)$	$58 \ 54 - 58 \ 58\frac{1}{2}$	$58 \ 56 \ 7$	$58 \ 56 \ 4$	$0 \ 3$
$(004) : (\bar{2}01)$	$80 \ 10 - 80 \ 18$	$80 \ 14 \ 33$	$80 \ 14 \ 52$	$-0 \ 19$
$(004) : (024)$	$44 \ 47 - 44 \ 52$	$44 \ 49 \ 30$	$44 \ 49 \ 51$	$-0 \ 21$
$(040) : (024)$	$45 \ 9 - 45 \ 11\frac{1}{2}$	$45 \ 10 \ 45$	$45 \ 10 \ 9$	$0 \ 6$
$(040) : (004)$	$89 \ 56 - 90 \ 3$	$89 \ 59 \ 26$	$90 \ 0 \ 0$	$-0 \ 34$
$(004) : (140)$	$67 \ 44\frac{1}{2} - 67 \ 54$	$67 \ 47 \ 17$	$67 \ 46 \ 56$	$0 \ 21$
$(004) : (1\bar{1}0)$	$67 \ 43 - 67 \ 50$	$67 \ 46 \ 43$	$67 \ 46 \ 56$	$-0 \ 13$
$(004) : (\bar{1}12)$	—	$29 \ 1 \ 30$	$29 \ 3 \ 45$	$-1 \ 45$

1) Bei Anwendung der für diese Localität berechneten Constanten.

2) Ein Krystall zeigte auch ein $\{hhl\}$ mit rauhen Flächen, welches wahrscheinlich $\{111\}$ ist.

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(001): ($\bar{1}11$) =	55° 9' — 55° 45'	55° 40' 40"	55° 40' 43"	0' 47"
(001): (132)	—	35 46 0	35 42 34	3 29
(001): (130)	77 28 — 77 35½	77 34 6	77 34 40	—0 34
(001): ($\bar{1}30$)	77 27 — 77 33	77 30 6	77 34 40	—4 34
(132): (130)	—	42 49 30	42 49 9	0 24
(010): (132)	—	59 6 0	59 3 45	2 45
(010): ($\bar{1}12$)	—	74 34 0	74 32 27	—4 27
(010): ($\bar{1}11$)	63 42 — 63 47	63 44 6	63 43 48	0 48
(010): ($\bar{2}01$)	89 58 — 90 2½	90 0 4	90 0 0	0 4
($\bar{1}11$): ($\bar{1}11$)	53 34½ — 53 37	53 34 0	53 33 24	0 36
(021): (110)	54 9 — 54 42	54 40 30	54 42 55	—2 25
(132): (110)	—	39 28 30	39 27 43	4 47
($\bar{1}11$): ($\bar{1}10$)	85 3 — 85 7½	85 4 52	85 3 44	4 44
($\bar{2}01$): ($\bar{1}10$)	45 35 — 45 44½	45 37 57	45 44 3	—3 6
($\bar{2}01$): (021)	83 8 — 83 40	83 9 0	83 6 2	2 58
($\bar{2}01$): ($\bar{1}11$)	39 20 — 39 23	39 24 30	39 22 38	—4 8
(021): (130)	39 53½ — 39 55	39 54 45	39 55 4	—0 46
($\bar{1}12$): (130)	—	76 4 0	76 4 43	2 47
($\bar{1}11$): (130)	77 45 — 77 46½	77 45 45	77 44 26	4 49
				$\Sigma = 38' 40''$
				$\varepsilon = 4 42$

III.

Sanidin aus den Albaner Gebirgen.

In den Blöcken der Albaner Gebirge ist der Sanidin selten. Die ersten Angaben über seine Anwesenheit in Latium verdanken wir den Untersuchungen von L. Gmelin¹⁾ und Brocchi²⁾. Medici-Spada³⁾ und vom Rath⁴⁾ gaben nichts Wichtigeres darüber. Mantovani⁵⁾ erwähnt dieses Mineral nicht.

Im Jahre 1876 hat G. Strüver⁶⁾ eine vollständige krystallographische Beschreibung des Sanidin dieser Gegend bekannt gemacht; er beobachtete folgende Formen:

1) Oryktognostische und chemische Beobachtungen über den Häuyn und einige mit ihm vorkommende Fossilien. Schweigger's Journal f. Chemie u. Phys. **15**, 4.

2) a. a. O. S. 45, 45, 50, 66.

3) Sopra alcune specie minerali non in prima osservate nello stato pontificio. Roma 1845.

4) Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1866, **18**, 564.

5) Descrizione mineralogica dei Vulcani Laziali. Roma 1868. — Descrizione geologica della Campagna Romana. Roma 1875.

6) a. a. O.

$\{040\}$, $\{004\}$, $\{440\}$, $\{430\}$, $\{\bar{1}04\}$, $\{\bar{4}03\}$, $\{\bar{2}04\}$, $\{\bar{1}14\}$.

Aus den Messungen, welche er an 3 Krystallen ausführte, berechnete er das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,6562 : 4 : 0,5522; \beta = 63^\circ 57' (\varepsilon = 5' 44'').$$

Ich habe einige Krystalle untersucht, welche aus einem Sanidin-Nephelinblock mit Melanit und Glimmer von Ariccia, nahe Albano, stammen.

Die von mir gefundenen Formen sind folgende:

$\{004\}$, $\{040\}$, $\{440\}$, $\{430\}$, $\{\bar{1}04\}$, $\{\bar{4}03\}$, $\{\bar{2}04\}$, $\{\bar{1}14\}$, $\{\bar{2}65\}^*$, $\{\bar{1}.12.2\}^*$.

Die zwei letzteren sind neu. $\{\bar{2}65\}$ bietet ziemlich grosse Flächen, sie liegt in der Zone $[004 : \bar{1}30]$; $\{\bar{1}.12.2\}$ ist kleiner. Sie haben beide genaue Messungen geliefert.

$(040) : (\bar{2}65)$	$= 56^\circ 34'$ gem.	$56^\circ 38' 5''$ ber.
$(004) : (\bar{2}65)$	38 2 -	38 4 45 -
$(440) : (\bar{2}65)$	68 $45\frac{1}{2}$ -	68 47 26 -
$(430) : (\bar{2}65)$	58 $42\frac{1}{2}$ -	58 46 27 -
$(040) : (\bar{1}.12.2)$	46 49 -	46 47 36 -
$(004) : (\bar{1}.12.2)$	74 55 -	74 48 40 -
$(440) : (\bar{1}.12.2)$	60 40 -	60 32 40 -
$(\bar{2}65) : (\bar{1}.12.2)$	40 0 -	39 56 6 -

Da die Krystalle sehr zerbrechlich und daher fast immer zum Theil abgebrochen sind, so habe ich nur folgende Combinationen erkannt:

- 1) $\{040\}$ $\{004\}$ $\{440\}$ $\{\bar{2}04\}$,
- 2) $\{040\}$ $\{004\}$ $\{440\}$ $\{430\}$ $\{\bar{2}04\}$,
- 3) $\{040\}$ $\{004\}$ $\{440\}$ $\{430\}$ $\{\bar{2}04\}$ $\{\bar{1}14\}$,
- 4) $\{010\}$ $\{004\}$ $\{440\}$ $\{430\}$ $\{\bar{2}04\}$ $\{\bar{1}04\}$ $\{\bar{1}14\}$ (Fig. 46, Taf. V),
- 5) $\{010\}$ $\{004\}$ $\{440\}$ $\{430\}$ $\{\bar{2}04\}$ $\{\bar{4}03\}$ $\{\bar{1}04\}$ $\{\bar{1}14\}$.

Ich habe auch einen Zwilling nach dem Karlsbader Gesetze gefunden; Zwillinge waren am Sanidin der Albaner Gebirge noch unbekannt.

Die angenommenen Constanten sind:

$$a : b : c = 0,656804 : 4 : 0,552392; \beta = 63^\circ 54' 5''.$$

In der folgenden Tabelle sind die von Strüver und mir gemessenen, sowie die berechneten Winkel gegeben.

Kanten:	Grenzen der Beobachtungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(440) : (\bar{1}\bar{4}0) = 60^\circ 53' 37''$	$61^\circ 6' 7''$	$64^\circ 4' 15''$	$64^\circ 4' 2''$	$-2' 47''$
$(440) : (040)$	59 22 50 — 59 35 0	59 27 49	59 27 59	$-0 10$
$(440) : (430)$	29 57 30 — 30 3 30	30 0 34	29 59 39	$0 55$
$(\bar{1}\bar{4}0) : (\bar{1}\bar{3}0)$	29 58 0 — 30 2 0	30 0 24	29 59 39	$0 45$
$(040) : (430)$	29 20 2 — 29 34 30	29 25 36	39 28 20	$-2 44$
$(430) : (\bar{1}\bar{3}0)$	58 54 0 — 58 57 30	58 54 36	58 56 40	$-2 4$

Kanten:	Grenzen der Beobachtungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(004):($\bar{1}04$) =	—	50° 5' 33"	50° 40' 1"	—4' 28"
(004):($\bar{4}03$)	63° 17' 0"—63° 49' 23"	63 18 41	63 47 28	0 43
(004):($\bar{2}04$)	80 42 0 — 80 30 27	80 49 7	80 43 58	5 9
($\bar{4}03$):($\bar{2}04$)	46 59 0 — 47 3 40	47 4 20	46 56 30	4 50
(004):($\bar{0}40$)	89 56 0 — 90 8 40 ¹⁾	89 59 54	90 0 0	—0 6
(004):($\bar{1}40$)	67 40 0 — 67 47 0	67 43 37	67 44 4	—0 24
(004):($\bar{1}\bar{4}0$)	67 40 0 — 67 49 30	67 43 48	67 44 4	—0 43
(004):($\bar{1}\bar{1}4$)	54 58 28 — 55 44 30	55 6 59	55 6 55	0 4
(004):($\bar{1}30$)	77 25 0 — 77 32 0	77 29 42	77 30 0	—0 18
(004):($\bar{1}\bar{3}0$)	77 25 0 — 77 36 30	77 30 52	77 30 0	0 52
($\bar{0}40$):($\bar{1}\bar{1}4$)	63 8 0 — 63 46 0	63 42 37	63 44 6	—4 29
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{1}\bar{1}4$)	53 48 8 — 53 34 0	53 27 2	53 34 48	—4 46
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{1}04$)	—	26 44 49	26 45 54	—4 5
($\bar{0}40$):($\bar{2}04$)	89 56 0 — 90 4 30	90 0 40	90 0 0	0 40
($\bar{1}04$):($\bar{1}\bar{1}0$)	—	69 26 47	69 26 5	0 42
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{1}\bar{1}0$)	56 57 30 — 57 7 30	57 2 49	57 9 4	6 45
($\bar{2}04$):($\bar{1}\bar{1}0$)	45 36 0 — 45 44 0	45 39 27	45 43 55	—4 28
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{4}03$)	—	29 25 52	29 35 44	—9 49
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{1}30$)	77 38 0 — 77 46 0	77 42 0	77 42 27	—0 27
($\bar{1}\bar{1}4$):($\bar{1}\bar{3}0$)	54 57 30 — 55 44 30	55 3 56	55 9 56	—6 0
($\bar{1}04$):($\bar{1}\bar{3}0$)	—	78 32 53	78 25 30	7 23
($\bar{4}03$):($\bar{1}\bar{1}0$)	58 23 55 — 58 33 30	58 28 42	58 37 22	—8 40
				$\Sigma = 77' 46''$
				$\varepsilon = 2' 46''$

Bei Anwendung der Constanten Strüver's hat man $\Sigma = 86' 25''$,
 $\varepsilon = 3' 5''$.

IV.

Sanidin aus den Sanidinblöcken der Gegend von Viterbo.

Die Sanidinblöcke dieser Gegend sind häufig genug, und sie wurden von G. Brocchi²⁾, v. Rath³⁾, Mercalli⁴⁾ und Deecke⁵⁾ erwähnt und beschrieben. E. Artini⁶⁾ fand an Sanidinkrystallen dieser Blöcke die

4) Vom Mittel ausgeschlossen.

2) a. a. O. S. 452, Nr. 2; 470, Nr. 42; 474, Nr. 47; 478, Nr. 7.

3) Geognostisch-mineralogische Fragmente u. s. w. S. 585.

4) Osservazioni petrografico-geologiche sui Vulcani Cimini. Rendiconti del R. Istituto Lombardo 1889 (2a) 22, 439.

5) a. a. O.

6) Contribuzioni alla Mineralogia dei Vulcani Cimini. Atti della R. Accademia dei Lincei. Memorie della Classe di Scienze fis. mat. e nat. 1889, 6, 93. Ref. diese Zeitschr. 20, 472.

Formen $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{021\}$, $\{\bar{1}11\}$, aber er hat keine Messung bekannt gemacht.

Die Sanidinkrystalle dieser Blöcke sind manchmal bis 20 mm lang, und oft Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze. Sie zeigen aber fast immer tiefe Risse und sie sind sehr wenig glänzend und undurchsichtig. In den Höhlungen der Blöcke kommen viele kleine, durchsichtige, sehr glänzende Krystalle vor, die immer tafelförmig nach $\{010\}$ und manchmal Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetze sind.

Die beobachteten Formen sind:

$$\{010\}, \{001\}, \{110\}, \{130\}, \{160\}^*, \{\bar{2}01\}, \{021\}, \{\bar{1}11\}.$$

Das Klinoprisma $\{160\}$ ist neu, es wurde an zwei Krystallen gefunden. Es stumpft mit ziemlich grossen Flächen die Combinationskanten von $\{010\}$ und $\{130\}$ ab. Gemessene Winkel:

$$\begin{array}{llll} (010) : (160) = 45^{\circ} 45' & \text{gem.} & 45^{\circ} 47' 58'' & \text{ber.} \\ (160) : (130) & 43 \ 40 \ 30'' & - & 43 \ 42 \ 26 \ - \\ (160) : (021) & 40 \ 42 & & 40 \ 46 \ 48 \ - \end{array}$$

Die beobachteten Combinationen sind:

- 1) $\{010\} \{001\} \{110\} \{\bar{2}01\}$,
- 2) $\{010\} \{001\} \{110\} \{\bar{2}01\} \{\bar{1}11\}$,
- 3) $\{010\} \{001\} \{110\} \{130\} \{\bar{2}01\} \{\bar{1}11\}$,
- 4) $\{010\} \{001\} \{110\} \{130\} \{\bar{2}01\} \{\bar{1}11\} \{021\}$,
- 5) $\{010\} \{001\} \{110\} \{130\} \{160\} \{\bar{2}01\} \{021\}$ (Fig. 15, Taf. V).

Die für die Rechnung angewandten Constanten sind:

$$a : b : c = 0,655890 : 1 : 0,552868; \quad \beta = 63^{\circ} 54'.$$

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 60^{\circ} 54' - 64^{\circ} 5'$		$64^{\circ} 0' 24''$	$60^{\circ} 59' 48''$	$0' 36''$
$(110) : (010)$	$59 \ 25 - 59 \ 35$	$59 \ 30 \ 0$	$59 \ 30 \ 6$	$-0 \ 6$
$(110) : (130)$	—	$30 \ 0 \ 0$	$29 \ 59 \ 42$	$0 \ 48$
$(010) : (130)$	—	$29 \ 28 \ 0$	$29 \ 30 \ 24$	$-2 \ 24$
$(010) : (160)$	—	$45 \ 45 \ 0$	$45 \ 47 \ 58$	$-2 \ 58$
$(160) : (130)$	—	$43 \ 40 \ 30$	$43 \ 42 \ 26$	$-1 \ 56$
$(001) : (\bar{2}01)$	$80 \ 19 - 80 \ 25$	$80 \ 22 \ 0$	$80 \ 19 \ 4$	$2 \ 59$
$(001) : (021)$	—	$44 \ 44 \ 0$	$44 \ 47 \ 54$	$-3 \ 54$
$(010) : (021)$	—	$45 \ 42 \ 30$	$45 \ 42 \ 6$	$0 \ 24$
$(010) : (004)$	$89 \ 55 - 90 \ 5\frac{1}{2}$	—	$90 \ 0 \ 0$	$0 \ 30$
$(004) : (110)$	$67 \ 40 - 67 \ 50$	$67 \ 43 \ 48$	$67 \ 43 \ 26$	$0 \ 22$
$(004) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$67 \ 39 - 67 \ 50\frac{1}{2}$	$67 \ 43 \ 54$	$67 \ 43 \ 26$	$0 \ 28$
$(004) : (\bar{1}11)$	—	$55 \ 9 \ 0$	$55 \ 12 \ 2$	$-3 \ 2$
$(004) : (130)$	—	$77 \ 26 \ 30$	$77 \ 29 \ 9$	$-2 \ 39$

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(010) : ($\bar{1}11$) =	—	63° 40' 30"	63° 44' 0"	—3' 30"
(010) : ($\bar{2}01$)	89° 56 $\frac{1}{2}$ ' — 90° 0'	89 58 45	90 0 0	—1 15
($\bar{1}11$) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	—	53 34 30	53 32 0	0 30
($\bar{1}11$) : ($\bar{1}10$)	—	57 2 0	57 4 32	—2 32
($\bar{1}11$) : ($\bar{1}\bar{1}0$)	—	85 9 0	85 2 36	6 24
($\bar{2}01$) : ($\bar{1}10$)	45 28 — 45 40	45 34 37	45 39 13	—4 36
($\bar{2}01$) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	—	39 22 0	39 23 23	—1 23
(024) : (430)	—	39 50 0	39 55 0	—5 0
(024) : (460)	—	40 26 0	40 46 48	9 42
				$\Sigma = 53' 3''$
				$\varepsilon = 2 46$

V.

Sanidin vom Vesuv.

Die ersten genauen Messungen wurden von G. Rose¹⁾ angestellt. Als Fundamentalwinkel nahm er

$$\begin{aligned}(110) : (1\bar{1}0) &= 60^\circ 39' \\ (004) : (110) &67 44 \\ (010) : (024) &45 46\end{aligned}$$

aus welchen man das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,654353 : 4 : 0,5546404; \quad \beta = 63^\circ 54' 5''$$

berechnen kann.

G. vom Rath²⁾ mass 14 einfache Krystalle und sieben Bavenoer Zwillinge; er bemerkte zahlreiche Störungen in den gefundenen Werthen. Die von ihm berechneten Constanten sind:

$$a : b : c = 0,654843 : 4 : 0,552734; \quad \beta = 64^\circ 0' 32''.$$

J. Strüver³⁾ zeigt aber, dass das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,6538 : 4 : 0,5526; \quad \beta = 64^\circ 7' 30''$$

in besserer Uebereinstimmung mit den Beobachtungen vom Rath's ist.

Kokscharow⁴⁾ bestimmte aus seinen eigenen Messungen die Constanten

$$a : b : c = 0,654007 : 4 : 0,554682; \quad \beta = 63^\circ 55' 55''.$$

Endlich hat P. Franco⁵⁾ in neuerer Zeit zahlreiche Messungen ausgeführt, und er schlug das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,65509 : 4 : 0,55462; \quad \beta = 63^\circ 56' \quad \text{vor.}$$

1) a. a. O.

2) a. a. O.

3) a. a. O.

4) Materialien zur Mineralogie Russlands 5, 356.

5) Sulle costanti geometriche dell' Ortoclasia del Vesuvio. Giornale di Miner. diretto dal dott. F. Sansoni, 1894, 5, 184. Ref. diese Zeitschr. 26, 246.

Die Messungen dieser Forscher habe ich von Neuem berechnet. In dem Mittel wurden einige wenige Werthe vernachlässigt, die von den meisten sehr verschieden waren. Die von mir angenommenen Constanten sind:

$$a : b : c = 0,655046 : 1 : 0,552224; \quad \beta = 63^{\circ} 56'.$$

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(110) : ($\bar{1}\bar{1}0$) =	$60^{\circ} 39' - 61^{\circ} 6'$	$60^{\circ} 51' 46''$	$60^{\circ} 56' 48''$	$-5' 32''$
(110) : (100)	—	30 29 0	30 28 24	0 36
(110) : (010)	$59 46 - 59 40\frac{1}{2}$	59 30 44	59 34 36	$-4 22$
(110) : (130)	$29 55\frac{1}{2} - 30 9$	30 0 37	29 59 44	0 53
(010) : (130)	$29 26 - 29 48$	29 32 0	29 34 52	0 8
(130) : ($\bar{1}\bar{3}0$)	—	58 55 30	59 3 44	$-8 14$
(001) : ($\bar{1}01$)	$49 55 - 50 23\frac{1}{2}$	50 42 26	50 45 43	$-3 17$
(001) : ($\bar{2}01$)	$80 42 - 80 43$	80 42 30	80 47 30	$-5 0$
($\bar{1}01$) : ($\bar{4}03$)	$42 5 - 44 38$	43 23 30	43 7 3	16 47
($\bar{1}01$) : ($\bar{2}01$)	$29 56 - 30 6$	29 59 0	30 4 47	$-2 47$
($\bar{4}03$) : ($\bar{2}01$)	—	46 55 0	46 54 44	0 46
(001) : (021)	$44 43 - 44 47$	44 45 26	44 46 23	$-0 57$
(010) : (021)	$45 40 - 45 47$	45 43 36	45 43 37	$-0 4$
(010) : (001)	$89 49 - 90 4$	89 56 48	90 0 0	$-3 42$
(001) : (110)	$67 32 - 67 56$	67 44 42	67 44 44	$-0 32$
(001) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	$54 55 - 55 22$	55 44 48	55 44 4	0 44
(001) : (130)	$77 26 - 77 37$	77 34 7	77 29 29	4 38
(010) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	$63 42 - 63 48$	63 45 33	63 45 54	$-0 24$
($\bar{1}\bar{1}1$) : ($\bar{1}01$)	$26 34 - 26 43$	26 40 43	26 44 6	$-3 53$
($\bar{1}\bar{1}1$) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	$53 47 - 53 44$	53 30 30	53 28 42	2 48
(010) : ($\bar{2}01$)	$89 58 - 89 58\frac{1}{2}$	89 58 45	90 0 0	$-4 45$
(021) : (110)	—	54 49 0	54 44 32	4 28
($\bar{1}01$) : ($\bar{1}\bar{1}0$)	$68 58 - 69 39$	69 47 40	69 48 53	$-4 43$
($\bar{2}01$) : ($\bar{1}\bar{1}0$)	$45 25 - 45 44$	45 37 40	45 38 0	$-0 50$
($\bar{1}\bar{1}1$) : ($\bar{1}\bar{1}0$)	$56 57 - 57 40\frac{1}{2}$	57 4 30	57 4 42	$-2 42$
($\bar{2}01$) : ($\bar{1}\bar{1}1$)	$39 45 - 39 27$	39 48 4	39 24 24	$-3 20$
($\bar{1}\bar{1}1$) : ($\bar{1}\bar{3}0$)	$54 50 - 55 40$	55 0 48	55 7 47	$-6 29$
($\bar{1}01$) : ($\bar{1}\bar{3}0$)	$77 58 - 78 46$	78 7 0	78 20 43	$-43 43$
($\bar{2}01$) : ($\bar{1}\bar{3}0$)	—	66 47 0	66 25 42	$-8 42$
($\bar{4}03$) : ($\bar{1}\bar{1}0$)	—	58 37 0	58 30 46	6 44

Im Folgenden wird die Vergleichung mit den anderen Axenverhältnissen vorgenommen:

vom Rath $a : b : c = 0,654843 : 1 : 0,552734; \quad \beta = 64^{\circ} 0' 32'';$
 $\Sigma = 220' 54''; \quad \varepsilon = 7' 22''.$

Strüver $a : b : c = 0,6538 : 1 : 0,5526; \quad \beta = 64^{\circ} 7' 30'';$
 $\Sigma = 452' 4''; \quad \varepsilon = 5' 4''.$

Franco	$a : b : c = 0,65509 : 4 : 0,55162; \beta = 63^{\circ} 56';$ $\Sigma = 119' 44''; \varepsilon = 3' 59''.$
Kokscharow	$a : b : c = 0,654007 : 4 : 0,551682; \beta = 63^{\circ} 55' 55'';$ $\Sigma = 118' 20''; \varepsilon = 3' 57''.$
Zambonini	$a : b : c = 0,655046 : 4 : 0,552224; \beta = 63^{\circ} 56';$ $\Sigma = 108' 54''; \varepsilon = 3' 38.$

Nun ist Veranlassung, Einiges über die allgemeinen Resultate dieses Studiums zu sagen.

Die in den verschiedenen Localitäten beobachteten Formen sind folgende:

Miller:	Naumann:	Lévy:	Weiss:	Buchstabe:
{001}	0P	p	$\infty a : \infty b : c$	c
{010}	$\infty P \infty$	g^1	$\infty a : b : \infty c$	b
{100}	$\infty P \infty$	h^1	$a : \infty b : \infty c$	a
{110}	∞P	m	$a : b : \infty c$	m
{130}	$\infty P 3$	g^2	$3a : b : \infty c$	Z
{160}*	$\infty P 6$	$g^{\frac{2}{3}}$	$6a : b : \infty c$	I
{021}	$2P \infty$	$e^{\frac{1}{2}}$	$\infty a : b : 2c$	n
{101}	$P \infty$	a^1	$a' : \infty b : c$	x
{103}	$\frac{4}{3}P \infty$	$a^{\frac{3}{4}}$	$a' : \infty b : \frac{4}{3}c$	r
{201}	$2P \infty$	$a^{\frac{1}{2}}$	$a' : \infty b : 2c$	y
{111}	P	$b^{\frac{1}{2}}$	$a' : b : c$	o
{112}	$\frac{1}{2}P$	b^1	$a' : b : \frac{1}{2}c$	g
{132}*	$-\frac{3}{2}P 3$	$d^1 b^{\frac{1}{2}} g^1$	$3a : b : \frac{3}{2}c$	φ
{265}*	$\frac{5}{6}P 3$	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{3}}$	$3a' : b : \frac{6}{5}c$	λ
{1.12.2}*	$6P 12$	$b^{\frac{1}{12}} d^{\frac{1}{12}} g^{\frac{1}{12}}$	$12a' : b : 6c$	μ

Die zahlreichen von mir ausgeführten Messungen, sowie jene, welche Andere veröffentlicht haben, beweisen:

1. Die Winkel zeigen von Krystall zu Krystall auch derselben Localität merkwürdige Veränderungen in ihren Werthen.

2. In den Karlsbader Zwillingen haben die Winkel in den zwei Individuen Werthe, die bis zu 5' verschieden sind. In den Drillingen nach demselben Gesetze steigen die Verschiedenheiten bis zu 6' und 7'.

3. {010} ist an Sanidinkrystallen nur annähernd Symmetrieebene.

4. Auch die Winkel der Zonen sind gestört.

Die zwei letzteren Resultate sind ziemlich wichtig. Dass {010} nur annähernd Symmetrieebene ist, wird durch folgende Thatsachen deutlich bewiesen:

a) Die Winkel (001) : (110) und (001) : (110) sind fast immer ungleich. Die Unterschiede steigen bis zu 5' oder 6' an Zwillingen vom Monte Cimino; an jenen von Quartuccio erreichen sie nur 3', u. s. w.

b) Das Gleiche ist der Fall für die Winkel $(001):(130)$ und $(001):(1\bar{3}0)$, die sehr selten an demselben Krystalle gleich sind. Die Differenzen sind meistens $4'$ oder $2'$; sie erreichen $4'$ an Krystallen vom Monte Cimino und den Albaner Gebirgen. Die Krystalle von den Tombe dei Nasoni zeigen die zwei Winkel fast immer gleich.

c) Der gefundene Werth von $(110):(1\bar{1}0)$ ist sehr oft von dem aus $(010):(110)$ berechneten verschieden. Die Unterschiede variiren zwischen $4'$ und $44'$ (Monte Cimino), $4,5'$ und $10'$ (Quartuccio), $4'$ und $5'$ (Albaner Gebirge), $0'$ und $6'$ (Tombe dei Nasoni).

d) Das Gleiche geschieht für die gemessenen Werthe von $(130):(1\bar{3}0)$, welche fast immer von den aus $(010):(130)$ berechneten verschieden sind. Die grössten Differenzen sind $44'$ (Monte Cimino), $10'$ (Quartuccio), $3'$ (Albaner Gebirge), $6'$ (Tombe dei Nasoni).

e) Die Differenzen zwischen den gefundenen Werthen von $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ und den aus $(010):(\bar{1}11)$ berechneten schwanken zwischen $0'$ und $44'$ (Monte Cimino), $4'$ und $44,3'$ (Quartuccio), $0,3'$ und $6'$ (Tombe dei Nasoni), $2'$ und $45'$ (Albaner Gebirge).

Folgende Thatsachen erklären die Störungen der Winkel der Zonen:

a) Der Winkel $(110):(130)$ ist fast immer von dem aus $(010):(110)$ und $(010):(130)$ erhaltenen Werthe verschieden. Grenze der Differenzen: $4'$ und $9'$ (Monte Cimino); $2'$ und $9'52''$ (Albaner Gebirge); $4'$ und $6,5'$ (Tombe dei Nasoni).

b) Die Summe der Winkel $(010):(021)$ und $(001):(021)$ ist sehr selten 90° . Die Unterschiede schwanken zwischen $4'$ und $6'$ (Monte Cimino); $0,3'$ und $5'$ (Quartuccio), u. s. w.

c) Die Zwillinge vom Monte Cimino haben zwischen den gemessenen Werthen von $(\bar{2}01):(021)$ und jenen, welche aus $(\bar{2}01):110)$ und $(021):(110)$ folgen, Differenzen von $4'$ bis $9'$ gezeigt.

d) Ebenso geschieht es für $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}0)$, welche man aus $(\bar{2}01):(\bar{1}10)$ und $(\bar{2}01):(\bar{1}11)$ berechnen kann. Die Unterschiede schwanken zwischen $4'$ und $9'$ (Monte Cimino), $0'$ und $5'$ (Quartuccio), $2'$ und $44,5'$ (Tombe dei Nasoni) u. s. w.

Die oben erwähnten Störungen sind am Sanidin vom Vesuv besonders stark. Auch ist oft $(010):(001)$ nicht 90° , aber die Differenzen sind wenig bedeutend.

Der Sanidin ist demnach nicht als triklin zu betrachten, weil die beschriebenen Unterschiede im Allgemeinen klein und ganz unregelmässig sind. Uebrigens erklärt die triklone Symmetrie nicht die beobachteten Störungen der Zonen. Auch die von Tschermak aufgestellte Annahme, nach welcher die Winkeländerung von verschiedener chemischer Zusammensetzung abhängig wäre, giebt keine Erklärung über die geometrischen Unregelmässigkeiten.

Ich bin daher geneigt, den Sanidin als monoklin, aber deformirt zu betrachten, wie es auch bei anderen vulkanischen Mineralien, z. B. Hornblende¹⁾ Titanit¹⁾, Idokras²⁾ der Fall ist. Eine solche Annahme erklärt auch, dass die Winkel von Krystall zu Krystall wechselnd sind. Meine Messungen beweisen, dass vom Rath und Strüver mit Recht die von ihnen untersuchten Sanidine in verschiedene Typen vertheilt. In der That sind die jeder Localität eigenen Constanten:

Laacher See	$a:b:c = 0,64925 : 1 : 0,5517$;	$\beta = 63^{\circ} 54'$	Strüv.
Blöcke d. Viterbesischen	$0,655890 : 1 : 0,552868$;	63 54	Zamb.
- der Albaner Gebirge	$0,656804 : 1 : 0,552392$;	63 54 5"	-
- vom Vesuv	$0,655046 : 1 : 0,552224$;	63 56	-
Tombe dei Nasoni	$0,656617 : 1 : 0,553223$;	63 57 30	-
Trach. v. Quart. u. M. Cimin.	$0,656503 : 1 : 0,553588$;	63 57 40	-

Die Differenzen unter ihnen sind also genügend stark, um die Berechnung eines gemeinsamen Axenverhältnisses zu verhindern, welches in guter Uebereinstimmung mit allen gemessenen Winkeln wäre. Wenn man aber gemeinsame Constanten für alle Fundorte berechnen will, so stehen

$$a:b:c = 0,65502 : 1 : 0,55267; \quad \beta = 63^{\circ} 55' 30''$$

in besserer Uebereinstimmung mit der Erfahrung, als jene Kokscharow's.

Mit diesem neuen Axenverhältnisse habe ich die Winkel der folgenden Tabelle berechnet.

Kanten:	Berechnet:	Kanten:	Berechnet:
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$60^{\circ} 56' 28''$	$(\bar{1}01) : (\bar{1}03) =$	$30^{\circ} 1' 39''$
$(110) : (100)$	30 28 44	$(\bar{1}01) : (\bar{2}01)$	43 7 42
$(110) : (010)$	59 34 46	$(\bar{1}03) : (\bar{2}01)$	46 54 27
$(110) : (130)$	29 59 44	$(001) : (021)$	44 47 39
$(010) : (130)$	29 32 2	$(010) : (021)$	45 42 24
$(130) : (\bar{1}\bar{3}0)$	59 4 4	$(010) : (001)$	90 0 0
$(010) : (160)$	45 48 58	$(001) : (110)$	67 44 47
$(160) : (130)$	43 43 4	$(001) : (\bar{1}12)$	29 4 44
$(001) : (\bar{1}01)$	50 48 40	$(001) : (\bar{1}11)$	55 43 23
$(001) : (\bar{1}03)$	63 25 22	$(001) : (132)$	35 40 35
$(001) : (\bar{2}01)$	80 49 49	$(001) : (\bar{2}65)$	38 7 32

1) A. Arzruni, Krystallographische Untersuchungen an sublimirtem Titanit und Amphibol. Sitz.-Ber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1882. Auszug diese Zeitschrift 8, 296.

2) Siehe darüber:

J. Strüver, Studien über die Mineralien Latiums. Diese Zeitschr. 1877, 1, 223.

P. Franco, Studi sull' idocrasia del Vesuvio. Bollet. soc. geolog. Ital. 1890. Ref. diese Zeitschr. 20, 646.

Kanten:	Berechnet:	Kanten:	Berechnet:
(001) : ($\bar{1}$.12.2) =	74° 49' 17"	(110) : ($\bar{2}$ 65) =	68° 53' 0"
(001) : (130)	77 29 11	(110) : ($\bar{1}$.12.2)	60 38 2
(132) : (130)	42 18 36	($\bar{1}$ 10) : ($\bar{2}$ 04)	45 36 37
(010) : (132)	59 6 25	(021) : ($\bar{2}$ 04)	83 9 15
(010) : ($\bar{1}$ 12)	74 33 20	(021) : (130)	39 56 7
(010) : ($\bar{1}$ 11)	63 15 8	(021) : (160)	40 16 45
($\bar{1}$ 11) : ($\bar{1}$ 01)	26 44 52	($\bar{2}$ 01) : ($\bar{1}$ 11)	39 21 47
($\bar{1}$ 11) : ($\bar{1}$ 11)	53 29 44	($\bar{1}$ 11) : ($\bar{4}$ 03)	29 34 40
(010) : ($\bar{2}$ 65)	56 37 0	($\bar{1}$ 11) : ($\bar{1}$ 30)	55 5 41
(010) : ($\bar{1}$.12.2)	16 47 5	($\bar{1}$ 11) : (130)	77 49 20
(010) : ($\bar{2}$ 01)	90 0 0	($\bar{2}$ 65) : (130)	58 19 4
(021) : (110)	51 14 8	($\bar{1}$ 30) : ($\bar{1}$ 01)	78 19 46
(110) : (132)	39 26 22	($\bar{1}$ 30) : ($\bar{2}$ 04)	66 25 0
($\bar{1}$ 10) : ($\bar{1}$ 01)	69 17 13	($\bar{4}$ 03) : ($\bar{1}$ 10)	58 28 31
($\bar{1}$ 10) : ($\bar{1}$ 11)	57 2 20	($\bar{1}$ 12) : (130)	76 3 5
($\bar{1}$ 10) : ($\bar{1}$ 11)	84 58 24	($\bar{1}$.12.2) : ($\bar{2}$ 65)	39 55 33

10. Anhang zu meiner Abhandlung „Ueber den Pyroxen Latiums“¹⁾.

(Hierzu Taf. V, Fig. 17—20.)

1. In einer Nachschrift zum oben erwähnten Aufsätze beschrieb ich einen Krystall, welcher die Combination {100} {010} {110} {021} { $\bar{2}$ 21} { $\bar{1}$ 11} {111} { $\bar{6}$ 21} zeigte. Die Form { $\bar{6}$ 21} 6P3 war für den Pyroxen neu. Hier habe ich in Fig. 17, Taf. V diesen bemerkenswerthen Krystall abgebildet.

2. Die Form { $\bar{3}$ 11} 3P3 hatte ich bis jetzt nur an schwarzen Krystallen beobachtet, die nach {100} tafelförmig waren. Ich habe sie aber jetzt an einem nach *c* 4½ mm langen, nach den beiden horizontalen Richtungen 1 mm breiten Kryställchen gefunden, welches mir folgende, noch nicht beobachtete Combination bot: *a*{100}, *m*{110}, *b*{010}, *s*{ $\bar{1}$ 11}, *o*{ $\bar{2}$ 21}, *u*{111}, *v*{ $\bar{3}$ 11}. Wichtig ist, dass { $\bar{3}$ 11} mit einer grossen Fläche vorkommt, während sie an den vier Krystallen (s. a. a. O. S. 44), an welchen sie auftritt, sehr kleine Flächen zeigt. Diese für den Fundort neue Combination ist in Fig. 18, Taf. V dargestellt; der Krystall ist auch etwas unsymmetrisch.

3. In den Winkeltabellen (s. a. a. O. S. 48 und 50) sind die Winkel:

$$(010) : (\bar{2}.13.2) = 15^{\circ} \text{ gem. } 45^{\circ} 7' 58'' \text{ ber.}$$

enthalten. Sie beziehen sich auf eine Hemipyramide, welche ich in meinem Aufsätze nicht beschrieben habe. Sie bildet ausserordentlich kleine Flächen

1) Diese Zeitschr. 1899, 33, 39.

an den Combinationskanten von $\{010\}$ und $\{\bar{1}11\}$ eines schwarzen Kryställchens, und sie wurde in meiner Arbeit als ein Beispiel der von mir dort S. 42 erwähnten, an den Kanten von $\{010\}$ und $\{\bar{1}11\}$ vorkommenden kleinen und unvollständigen Vicinalflächen, deren Symbol ganz unsicher ist, angeführt.

4. Zwillinge kommen an Pyroxenkrystallen der Albaner Gebirge nur selten vor. Unter den 580 von mir besonders untersuchten schwarzen Krystallen fand ich nur neun Zwillinge nach (100), und nur drei Zwillinge nach demselben Gesetze unter den grünen Krystallen.

5. Sowohl an den schwarzen wie an den grünen Krystallen geschieht es ziemlich oft, dass eine der zwei Flächen von $\{\bar{1}11\}$, welche an demselben Ende der Axe c zusammenlaufen, stark entwickelt ist, und dann verkürzt sich die andere; manchmal kann die letztere ganz fehlen. Einer dieser sehr seltenen Krystalle, welche einen hemimorphen Habitus zeigen, ist in Fig. 49, Taf. V dargestellt.

6. Der grüne Krystall (Fig. 20, Taf. V) bietet eine seltene Combination, welche ich in meiner Arbeit für den grünen Pyroxen nicht erwähnt habe. Wichtig ist auch der Habitus dieses Krystalles, weil er tafelförmig nach $\{010\}$ ist, was nur selten an den Pyroxenkrystallen der Albaner Gebirge der Fall ist.

XIII. Bestimmung von Feldspath im Biotitprotogin nach der Methode von Fedorow.

Von

J. Koenigsberger in Freiburg i. B.

(Hierzu Taf. V, Fig. 1—3, Taf. VI und 3 Textfiguren.)

Zur Erklärung der Entstehung der Kluftminerale im Biotitprotogin des Aaremassivs war eine genaue Bestimmung des Gesteinsplagioklas erforderlich; denn das zersetzte Gestein in der Umgebung der mineralführenden Klüfte wies darauf hin, dass das Material für den darin enthaltenen Quarz und Calcit und die kalkhaltigen Zeolithe aus dem Gesteine und zwar speciell aus dem Plagioklas und dessen dynamometamorphen Zersetzungsproducten entnommen sei. Es sollte deshalb das Verhältniss von $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ im Plagioklas bestimmt werden, dem dann das Verhältniss von Quarz und Calcit in der Kluft entsprechen musste. Hierfür boten sich zwei Wege: die analytische Feststellung des Kalkgehaltes und die Bestimmung des Plagioklas durch seine physikalischen Eigenschaften. Beide Wege mussten zum gleichen Ziele führen; denn bei der dynamometamorphen Umwandlung ist keine wesentliche Aenderung in der Gesamtzusammensetzung eingetreten, und der Kalkgehalt des noch vorhandenen Plagioklas und seiner Zersetzungsproducte muss gleich sein dem des früheren frischen Plagioklas. Als aber der Verf. durch die Trennung nach dem specifischen Gewichte Material zur Analyse gewinnen wollte, fiel stets mit dem noch theilweise frischen Plagioklas auch stark zersetzter Orthoklas und nur ein Theil der Zersetzungsproducte des Plagioklas aus. Demnach war die Anwendung optischer Methoden vorzuziehen; die sicherste und genaueste derselben ist die von Herrn v. Fedorow¹⁾ angegebene Theodolithmethode; mit dieser lässt sich eine Plagioklasbestimmung in ebensoviel Stunden ausführen, wie die Trennung und Analyse desselben Tage erfordert. Selbst wenn kein von Zersetzungsproducten freies Plagioklasstück zu finden ist, versagt sie nicht, da man nur das optische Verhalten der Grundmasse zu beachten braucht, und da ein ganz kleines beliebig orientirtes Bruchstück vollkommen genügt. Die Unter-

1) E. v. Fedorow, diese Zeitschr. 1896, **26**, 225; 1897, **28**, 337; 1898, **29**, 604.

suchung war einerseits dadurch erleichtert, dass man es im Biotitprotogin stets mit Albitzwillingen zu thun hat, andererseits erschwert, weil bei einzelnen Varietäten des Protogins selbst ganz kleine Stücke optische Störungen infolge von Druckungleichheiten und Biegung zeigen. Letzterer Umstand hätte eine Bestimmung durch Auslöschungsschiefe recht unsicher gemacht, während bei der Fedorow'schen Methode, wo die drei Bestimmungszahlen auf verschiedenen Wegen gewonnen werden können, am Schlusse eine Ausgleichung der Fehler möglich ist.

Hinsichtlich der Mineralassociationen in den Klüften zerfällt der Biotitprotogin westlich der Aare in zwei Gruppen; genau dieselben erhält man auch, wenn man den Kalkgehalt des Plagioklas der Eintheilung zu Grunde legt. Auf der Skizze (Fig. 4, Taf. V) ist die Vertheilung in roher Weise angegeben¹⁾.

Protogin I.

4. Protogin von den Bergen zwischen Goeschenenthal und Urseren, Gipfel des Nünistock (Mittagstock der Karte).

Das Gestein erscheint stark zertrümmert; der Quarz ist in feine, verschieden orientirte Körner zerlegt, Plagioklas- und Kalifeldspathkrystalle sind zerrissen, die Stücke zeigen vielfach undulöse Auslöschung, aber sie enthalten nur wenig Zersetzungsproducte: der Plagioklas speciell Zoisit, Kaolin, Muscovit. Also liegt hier eine sogenannte Dynamometamorphose vor bei starken räumlichen oder zeitlichen Druckdifferenzen, aber verhältnissmässig geringem Drucke und niedriger Temperatur.

Die Bestimmung des Plagioklas konnte sehr genau durchgeführt werden; alle drei Methoden, optische Curven, Auslöschungscurven, nächste Punkte der Symmetrieebenen, wurden verwandt. Wie sich aus der stereographischen Projection Taf. VI ergibt, stimmen die auf verschiedenen Wegen erhaltenen Zahlen sehr gut überein. A_1 , A_2 sind die optischen Axen des ersten Individuums; A_1' , A_2' die des zweiten; m , g , p sind die nächsten Punkte der Symmetrieebenen. Durch letztere ist die Lage der n_g , n_m , n_p , der Hauptbrechungsaxen (sogenannte Hauptelasticitätsaxen), bestimmt. Von diesen müssen n_g und n_p auf dem durch A_1 und A_2 gelegten Grosskreise liegen, was eine Controle ermöglicht; und n_m muss auf dem Schnittpunkte der durch n_g und n_p zu dem ersten senkrecht gelegten Grosskreise liegen und Pol jenes sein. (010) ist die Projection der Zwillingsebene der Albitkrystalle, welche in der von v. Fedorow angegebenen Weise leicht auf $\pm 3^\circ$ genau ermittelt werden kann. Die optische 0-Curve vom ersten Individuum ist gestrichelt, vom zweiten ausgezogen. Die beiden

1) Im oberen Theile von V. Strim (linke Seite) ist auf der geol. Karte der Schweiz Bl. XIV irrtümlich Protogin statt Hornblendeprotogin und Gneiss angegeben.

ausgezogenen Grosskreise sind die grammatostereographischen Projectionen der Ebenen der optischen Axen beider Individuen. A_2 und A_2' wurden durch Auslöschungscurven bestimmt; um die Figur übersichtlicher zu gestalten, wurden diese Curven, deren Schnittpunkt A_2 bzw. A_2' giebt, in ihrer Lage vor der Transformation dargestellt.

Die Bestimmungszahlen, welche für beide Individuen des Albitzwillings gleich sein sollten, sind:

	1.	2.
n_g	—90°	—88°
n_m	+46	+47
n_p	—73	—75

$$2V = 85^\circ [n_p].$$

Also liegt ein Plagioklas Nr. 17 mit etwa 3,7% CaO vor, wenn man die neueren Bestimmungen von M. Lévy und Fouqué zu Grunde legt; er wäre als Oligoklas zu bezeichnen.

Neben den grossen Plagioklasen kommen noch andere idiomorphe kleinere Plagioklase vor, die in Kalifeldspathkrystalle eingeschlossen sind, aber keine bestimmte Orientirung gegen dieselben haben. Für die Mineralgenese in den Klüften sind sie wegen ihrer Seltenheit, etwa 4% des Gesteines, ohne Belang, wohl aber petrographisch von Interesse; denn wir können mit ihrer Hülfe das relative Alter von Kalifeldspath und äusserem Plagioklas feststellen. Wenn nämlich der Plagioklas im Innern des Orthoklas und der ausserhalb gleiche Zusammensetzung haben, so muss der gesammte Plagioklas gleichzeitig und theilweise vor dem Kalifeldspath ausgeschieden sein. Ist dagegen Plagioklas von der Zusammensetzung des äusseren nicht im Orthoklas eingeschlossen worden, so ist es wahrscheinlich, dass er sich später als dieser bildete. Letztere Annahme wurde durch die Beobachtung bestätigt; denn diese ergab, dass ein Albit Nr. 3 nach Fedorow vorliegt.

Die Bestimmungszahlen lauteten:

n_g	—75°	—78°
n_m	+32	+28
n_p	+60	+60

$$2V = 80^\circ [n_g].$$

Darnach würde sich zuerst Albit, dann Kalifeldspath und darauf Oligoklas ausgeschieden haben, und das steht in Einklang mit dem von Hrn. Rosenbusch gefundenen Gesetze der Ausscheidung aus dem Magma nach abnehmender Basicität. Dieses Gesetz stellt offenbar das Verhalten beim Erstarren einer flüssigen Lösung dar, in welcher SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O als unabhängige Bestandtheile in den bei den Graniten vorkommenden Mengenverhältnissen enthalten sind und der Einfluss von MgO , FeO , Fe_2O_3 etc. vernachlässigt werden kann.

Auf Grund der obigen Bestimmungen des Plagioklas und mit Hülfe einer Analyse des Biotits und einer Bauschanalyse des Gesteines konnte der Verf. den procentischen Gehalt der gesteinsbildenden Mineralien in diesem Gestein angeben: 44% Biotit, 4% Phengit, 4% Albit Nr. 3, 20% Oligoklas Nr. 16, 35% Quarz und 26% Kalifeldspath, dessen Zusammensetzung aus dieser Berechnung erhalten wird und der dem von Delesse analysirten Orthoklas aus dem Protogin des Montblancmassivs am Mer de glace sehr nahe steht, ferner noch 0,40% Zirkon, 0,3% Apatit.

Der Kalifeldspath in dem Protogin I bietet ein ohne die Fedorowsche Methode kaum zu entwirrendes Bild. Im Dünnschliffe bemerkt man einige seltene Durchschnitte, die typischen Mikroklincharakter haben; bei den meisten ist man zweifelhaft, ob man es mit Orthoklas oder Mikroklin zu thun hat, weil häufig ganz von Zwillingbildung freie Theile auftreten und ein Lamellensystem vorherrscht, und weil ausserdem die Infiltration von Quarz in Spaltrisse und eingeschaltete Albitlamellen die Diagnose erschweren und alle Substanzen stets etwas undulöse Auslöschung zeigen. Die Abbildung Fig. 2, Taf. V ist aus einem Dünnschliffe des Protogins von der Krystallhöhle am Tiefengletscher. Die Hauptmasse ist ein Mikroklin, in dem die Lamellensysteme 2 vorherrschen, während die beiden Systeme 3 weniger verbreitet sind. Von diesen beiden ist das eine, da der Schnitt schief liegt, etwas verwaschener als das andere, welches von der Schnittebene senkrecht getroffen wird. TT ist die Richtung der einen Trace der Zwillinglamellen und zugleich der Ebene, welche die Grenze zwischen dem mit 1 bezeichneten Feldspath und dem Mikroklin bildet. NN ist die Polarisationsrichtung des Nicols. Der Auslöschungswinkel d. i. der Winkel zwischen TT und der Schwingungsrichtung im Feldspath, ist für 1 = 2° , für 2 = 8° , für 4 = 45° . Es sollte festgestellt werden, ob 1, wie es den Anschein hat, ein Orthoklas ist oder vielleicht wie bei dem folgenden Beispiel ein Mikroklinstück ohne Zwillinglamellen darstellt, und ob ferner der Axenwinkel des Mikroklin und des Orthoklas ein solcher ist, wie er einem natronarmen Kalifeldspath zukommt. Das Resultat der Beobachtungen ist auf der beistehenden stereographischen Projection (Fig. 4) eingetragen; die Buchstaben ohne oberen Index beziehen sich auf 1. Wie man sieht, weicht n_g von der Trace TT und auch von der weniger sicher zu ermittelnden Projection (040) nur um etwa 2° ab, was wohl den Beobachtungsfehlern zuzuschreiben ist. Der wahre Axenwinkel $2V = 68^\circ$. Demnach ist 1 ein natronarmer Orthoklas.

Die Beobachtungen ¹⁾ am Mikroklin bzw. dessen Lamellensystem 2 sind durch Buchstaben mit oberem Index auf der Projection eingezeichnet. Der

1) In dieser, wie in den übrigen Figuren, sind alle eingezeichneten Punkte (A_1 , A_2 , g , p etc.) durch Beobachtung gefunden, nur die n_g , n_m , n_p sind construiert.

Winkel zwischen (010) und n_g beträgt 45° ; der wahre Axenwinkel $2V = 84^\circ$, also ein typischer Kalimikroclin, welcher einen Orthoklaskrystall, der mit ihm nach (010) verwachsen ist, umhüllt. Die eingelagerten stärker doppeltbrechenden Schnüre und Linsen von 4 gehören einem Albit Nr. 2 nach Fedorow an.

Im Protogin I ist der Kalifeldspath dem hier beschriebenen sehr ähnlich; nur selten tritt Orthoklas reichlicher und selbständig auf. Dass die Mikroclinstruktur hier durch gleichmässigen oder ungleichmässigen Druck hervorgerufen sei, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Der Plagioklas von Protogin I ist ebenfalls nirgends sehr verschieden von dem oben S. 263 beschriebenen; mehrere Bestimmungen zeigten, dass der äussere Plagioklas stets zwischen Nr. 46 und 48 nach Fedorow liegt, also als Oligoklas-Andesin zu bezeichnen ist.

Protogin II.

Dieser Protogin zeigt dieselben Erscheinungen der Dynamometamorphose wie der erste, stimmt auch sonst mit ihm überein. Der Plagioklas tritt hingegen etwas seltener auf und hat geringeren Kalkgehalt; die Bestimmungen nach der Fedorow'schen Methode zeigten, dass dieser Plagioklas ein Oligoklas durchschnittlich von der Nummer 10—13 sei, also einen Gehalt an CaO von 2,8% hat. Der wahre Axenwinkel $2V = 90^\circ$.

Fig. 1.

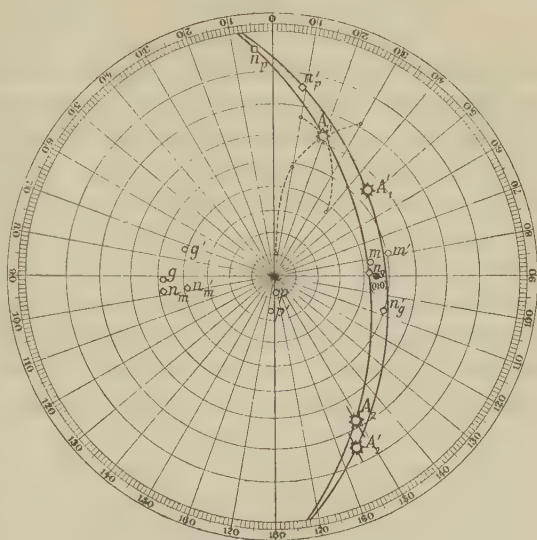
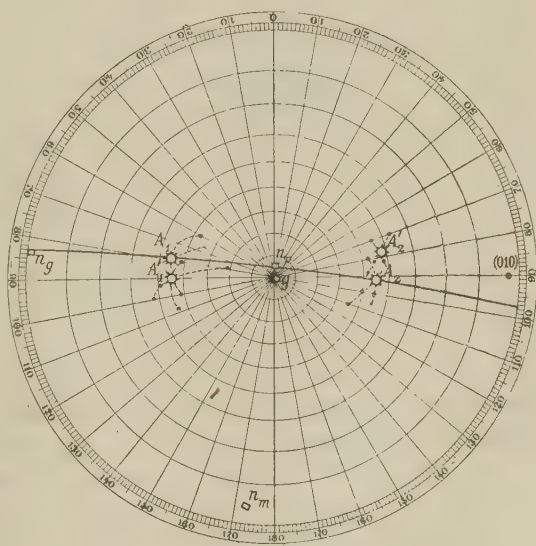


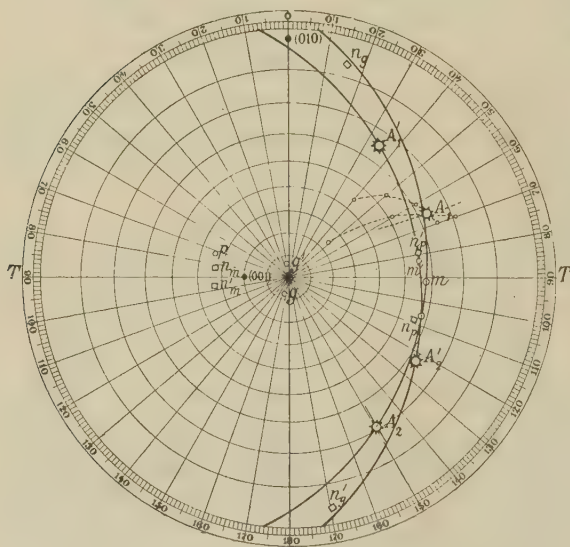
Fig. 2.



Auf der stereographischen Projection Fig. 2 (s. vor. S.) ist die optische Orientirung in Bezug auf (010) für einen Oligoklas aus dem Protogin des Bächistock (Rienzerstock der Karte, bei Goeschenen) angegeben.

Local finden sich Varietäten, die nur Albit Nr. 2 und keinen Oligoklas führen (auf dem Kärtchen durch Kreuze bezeichnet), makroskopisch sich aber nicht vom Protogin unterscheiden. Von Interesse ist hier auch der Mikroklin; er zeigt wieder das Vorwiegen eines Lamellensystems und weist zahlreiche Stellen auf, die ganz frei von Zwillingsbildung sind. Eine solche ist in Fig. 3, Taf. V mit 3 bezeichnet. Da Verwachsung mit Orthoklas im Protogin I vielfach constatirt worden war, so war es fraglich, ob Orthoklas oder Mikroklin vorliegt. Ferner bemerkt man grosse Risse (β) im Feldspath; die Fedorow'sche Methode erlaubte sofort zu entscheiden, dass dieselben von einer einaxigen, schwach doppeltbrechenden Substanz, wahrscheinlich Quarz, ausgefüllt sind. Ausserdem sind im Mikroklin und links daneben stärker doppeltbrechende Partien (4), die sich als Albit Nr. 3 herausstellten. TT giebt die Richtung einer Zwillingsebene des Mikroklin und zwar die von (010) an. In

Fig. 3.



der üblichen Weise wurde die Lage der Hauptelastizitätsachsen für beide Lamellensysteme festgestellt. Ferner liessen sich auch die Pole von (010) und von [004] und dadurch von (004) genau durch Einstellung auf das Maximum der optischen Schärfe der Zwillingslamellen ermitteln. Die optische Orientirung von 3 entspricht genau der des einen Paares von Lamellensystemen, die von 2 der des anderen. Die hier gefundenen Winkel (vgl.

Fig. 3) sind im Folgenden mit denen von Ussing am Mikroklin von Meissen gemessenen verglichen.

	Protogin:	Meissen:
$ab : (010)$	46°	47 $\frac{3}{4}$ °
$ac : (004)$	43	42
$ac : (010)$	96	97
$2V$	75	83 $\frac{3}{4}$

Die Uebereinstimmung in der Orientirung der Hauptelasticitätsaxen zu den krystallographischen ist eine gute zu nennen; der Unterschied in dem Winkel der optischen Axen ist wohl in dem grösseren Natrongehalte des Mikroklin vom Bächistock zu suchen.

Vielleicht ist es nicht unnütz, über die praktische Anwendung der Fedorow'schen Methode noch Einiges zu bemerken. Das zunächst Auffallende ist, dass nur Krystallplatten mit niedrigen Interferenzfarben (höchstens violett 1. Ordnung) rasch genaue Einstellungen erlauben; es erklärt sich aber aus der Anwendung von ziemlich convergentem Lichte; will man diesen Fehler verringern, so muss man möglichst schwache Objective benutzen; denn die aufgeklebten Glassegmente bedingen schon ziemlich starke Convergenz. Es ist ferner vortheilhaft, die Glassegmente von möglichst grossem Durchmesser (nicht unter 4 cm) und hohem Brechungsindex (nicht unter 1,6 und nicht über 1,8) zu wählen; durch ersteres wird die Convergenz vermindert und die Anwendung jedes Objectivs gestattet, durch das zweite das wahre Gesichtsfeld bis auf 80° erweitert; denn die Begrenzung desselben ist, wie man sich leicht überzeugen kann, nicht durch Totalreflexion infolge des etwas geringeren Brechungsindex von Objectträger oder Canadabalsam, sondern lediglich durch mechanische Hindernisse (Rand des Tischchens etc.) bedingt, die das scheinbare Gesichtsfeld auf $\pm 60^\circ$ beschränken. Je intensiver die Lichtquelle, um so genauer die Beobachtungen; durch Vorschalten eines gelben Glases und mit Sonnenlicht kann leicht der Fehler einer einzelnen Beobachtung auf $\pm \frac{1}{4}^\circ$ heruntersetzt werden, sonst beträgt er etwa $\pm 1-2^\circ$.

Ein einfaches Mikroskop mit drehbarem, nicht centrirbarem Objectivtisch und feststehenden Nicols genügt vollkommen. Durch vorsichtiges Verschieben kann man den Mittelpunkt, d. h. den Schnittpunkt der beiden horizontalen und verticalen Axen, in die Mitte des Gesichtsfeldes bringen. Die nicht vollkommene Coincidenz bedingt keinen Fehler. Nur die primäre Vertical- und Horizontalaxe brauchen eine Theilung (1° , Nonius $\frac{1}{4}^\circ$); zur Feststellung der Lage der beiden secundären dienen für die eine die Trace TT , in Verbindung mit der primären verticalen Axe, für die andere eine kleine Alkoholibelle zusammen mit der primären horizontalen Axe. Ermittlung einer optischen Axe durch optische Curven und zweier oder dreier Punkte der Symmetrieebenen (bei dieser Gelegenheit wird mittelst Quarzkeil die relative Grösse der n ermittelt) ist wohl am sichersten; die Aufsuchung der Axen durch Auslöschungscurven ist weniger genau. Die ganze Bestimmung kann bequem in zwei Stunden durchgeführt werden.

XIV. Hussakit, ein neues Mineral, und dessen Beziehung zum Xenotim.

Von

E. H. Kraus und J. Reitinger in München.

(Mit einer Textfigur.)

Bei den Arbeiten des Herrn Prof. Muthmann über die Yttererden stellte sich ein ziemlich empfindlicher Mangel an Material heraus, aus dem sich Erbium- und Gadoliniumoxyd in grösserer Menge gewinnen liessen. Die im Handel befindlichen rohen Yttererden, die wohl zum grössten Theile aus Fergusonit dargestellt sind, erwiesen sich als relativ arm an Erbinerden, und dasselbe war der Fall bei einem aus Sipylit gewonnenen Producte, über das Herr Postius im hiesigen Laboratorium Untersuchungen anstellte, welche später veröffentlicht werden sollen. Herr Prof. Muthmann kam infolgedessen auf die Idee, andere seltene Erdmineralien zu untersuchen, und beim Durchsehen der Literatur ergab sich, dass möglicherweise die brasilianischen Xenotimfunde zum erwünschten Resultate führen könnten. Im Jahre 1886 publicirte nämlich Gorceix¹⁾ eine kleine Arbeit über einen Xenotim von Dattas bei Diamantina, der nach seinen Angaben in grösserer Menge in den dortigen Sanden sich finden und ziemlich viel Erbin- und Yttererde, dagegen kein Gadolinium enthalten soll. Herr Prof. Muthmann wandte sich an Herrn Dr. E. Hussak in São Paolo, der sich der Sache mit ausserordentlich grosser Liebenswürdigkeit annahm und dem es gelang, uns in relativ kurzer Zeit eine zur Untersuchung genügende Menge dieses interessanten Materials zu verschaffen.

Das von Herrn Dr. Hussak erhaltene Material bestand, wie die mikroskopische Untersuchung ergab, aus offenbar sehr einheitlichen und nicht zersetzten Stücken. An einzelnen Krystallen befanden sich noch Flächen,

1) Gorceix, Comptes rend. 1886, **102**, 4024. Ref. diese Zeitschr. **13**, 424.

welche gute Winkelmessungen gestatteten, die, wie wir unten sehen werden, vollkommene Uebereinstimmung mit den an Xenotim gemessenen Winkeln ergaben. Da nun Xenotimanalysen in nicht sehr grosser Anzahl vorlagen, so wurde zunächst mit Hülfe einiger ausgesuchter reiner Stücke eine eingehende chemische Untersuchung durchgeführt. Dieselbe ergab zunächst das merkwürdige Resultat, dass die sämtlichen Krystalle einen ziemlich bedeutenden Gehalt an Schwefelsäure zeigten. Wir haben eine grössere Anzahl derselben mit Hülfe der Heparreaction untersucht und regelmässig einen deutlichen Gehalt an Schwefelsäure feststellen können. Dies war um so auffallender, als Herr Gorceix von dem Vorkommen von Schwefelsäure in diesem Mineral nichts angiebt, und auch die Angaben über andere Xenotimvorkommen von einem Schwefelsäuregehalte nichts aussagen.

Chemische Untersuchung.

Durch quantitative Untersuchung war zunächst festzustellen, ob die Sulfate einen accessorischen oder wesentlichen Bestandtheil des Minerals bilden, und es zeigte sich, dass bei dem vorliegenden Mineral das letztere der Fall war. Zunächst einige Angaben über die Methode der quantitativen Untersuchung, welche manchem Mineralogen willkommen sein dürften.

Das Mineral ist ein Sulfatophosphat und enthielt ausser diesen beiden Säuren nur noch Erden der Yttriagruppe. Eisen war nur in ganz kleinen Mengen vorhanden, Thonerde, Kalk und Magnesia in nicht bestimmbarer Menge. Das Aufschliessen erfolgte durch Schmelzen mit Kaliumnatriumcarbonat. Es geht diese Operation sehr leicht vor sich. Ein halbstündiges Erhitzen mit der 2—3 fachen Menge Alkalicarbonat auf dem Gebläse genügt, um das Mineral vollkommen aufzuschliessen. Bei der Analyse wurde so verfahren, dass die Schmelze zunächst mit Wasser extrahirt wurde. Erdcarbonate gingen dabei nicht in Lösung, dagegen sämtliche Schwefelsäure und der weitaus grösste Theil der Phosphorsäure. In diesem wässerigen Auszuge wurden also diese beiden Säuren bestimmt. Den wasserunlöslichen Theil kann man entweder mit Salpetersäure lösen, mit Molybdänlösung die kleine Menge Phosphorsäure ausfällen und nach dem Entfernen des Molybdäns Eisen und Thonerde durch Kochen mit (neutralem) Natriumacetat (Wiederholung der Fällung) und die Erden durch Ammoniak in unlösliche Form überführen, oder aber nach dem Lösen in Salzsäure die Yttererden mit Oxalsäure fällen und im Filtrat davon Phosphorsäure und Eisen nach bekannten Methoden bestimmen. Die Erden wurden durch heftiges Glühen in Oxyde verwandelt und durch Ueberführung in die Sulfate auf die übliche Weise das Aequivalentgewicht bestimmt. Das Atomgewicht des Erdgemisches ergab sich in unserem Falle zu 103,25. Die in dem Erdgemische enthaltene Erbinerde wurde spectralanalytisch durch Vergleich mit einer bekannten Lösung reinsten Erbinerde festgestellt. Die spectroscopische Prüfung mit-

telst der Kathodoluminescenzmethode¹⁾ ergab neben viel Yttria auch die Gegenwart von kleinen Mengen Gadoliniumoxyd. Mit Hülfe der bekannten Menge Erbinerde und mit Hülfe des gefundenen Aequivalentgewichtes war es leicht, den Gehalt an Yttria und Gadoliniumoxyd zu bestimmen. Spectroskopisch hatten wir 24,6 % Erbinerde im Erdgemische gefunden. Bedeuten nun x die Procente Yttria und y die Procente Gadoliniumoxyd, so gelten die beiden Gleichungen:

$$x + y + 24,6 = 100,$$

$$\frac{x}{226} + \frac{y}{360} + \frac{24,6}{380} = \frac{100}{254,5},$$

woraus sich also berechnet $x = 72,4$ % Yttriumoxyd,

$y = 3,3$ % Gadoliniumoxyd.

Es mag noch erwähnt werden, dass das Erdgemisch mit grosser Sorgfalt sowohl auf Cer als auch auf Didym untersucht wurde, dass aber auch mit den empfindlichsten Reactionen sich keine Spur dieser beiden Elemente nachweisen liess. Auch Lanthan ist sicher nicht vorhanden, da im Kathodoluminescenzspectrum keine der ausserordentlich brillanten Linien des Lanthanoxydes auftrat.

Die quantitative Analyse ergab nun Folgendes:

	a.	b.	Mittel aus a. und b.
SO_3	$= 6,13\%$	$SO_3 = n. best.$	$SO_3 = 6,13\%$
P_2O_5	$= 33,50$	$P_2O_5 = 33,52\%$	$P_2O_5 = 33,51$
R_2O_3	$= 60,24$	$R_2O_3 = 60,28$	$R_2O_3 = 60,24$
Fe_2O_3	$= n. best.$	$Fe_2O_3 = 0,20$	$Fe_2O_3 = 0,20$
			$\frac{100,08\%}{\left\{ \begin{array}{l} Y_2O_3 \\ Er_2O_3 \\ Gd_2O_3 \end{array} \right.$

Aus den oben mitgetheilten Zahlen für die Erden folgt für die Procente $R_2O_3 = 60,24$:

Yttriumoxyd 43,43 %
 Erbiumoxyd 44,82
 Gadoliniumoxyd 1,99

Unter Zugrundelegung des Molekulargewichtes 254,5 für R_2O_3 ergibt sich das Molekularverhältniss von $SO_3 : P_2O_5 : R_2O_3$ als folgendes:

	a.	b.	Mittel aus a. und b.
für SO_3	$= 0,0765$	für SO_3 nicht best.	für $SO_3 = 0,0765$
- P_2O_5	$= 0,2359$	- $P_2O_5 = 0,2360$	- $P_2O_5 = 0,2360$
- R_2O_3	$= 0,2365$	- $R_2O_3 = 0,2369$	- $R_2O_3 = 0,2367$

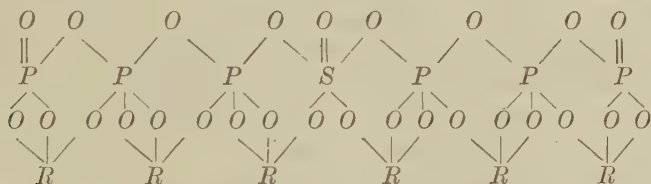
Die Zahlen stimmen mit ziemlicher Genauigkeit mit dem Verhältnisse $SO_3 : P_2O_5 : R_2O_3 = 1 : 3 : 3$ überein, so dass die empirische Formel des Minerals wäre:

¹⁾ Muthmann und Baur, Ber. d. d. chem. Ges. **33**, 4748.



Die Analyse ergab also das sehr merkwürdige Resultat, dass in dem vorliegenden Mineral kein einfaches Orthophosphat, also kein Xenotim vorlag, sondern dass dasselbe noch oben angeführten Betrag Schwefelsäure enthielt. Dieser Schwefelsäuregehalt ist constant, wie einige weitere Schwefelsäurebestimmungen ergaben, die nur wenig von dem oben angeführten Betrage abwichen. Es liegt also zweifellos ein bis jetzt unbekanntes Mineral vor, ein Sulfatophosphat, das wir Hussakit nennen wollen, und zwar zu Ehren von Herrn Dr. Hussak in São Paulo, der, wie schon erwähnt, unsere Arbeit durch Beschaffung des theilweise so schwierig zu erhaltenden Materials ganz wesentlich gefördert hat.

Eine rationelle Formel des Hussakit lässt sich aus dem oben angegebenen empirischen Befunde leicht constatiren, wenn man zwei Phosphoratome als Bestandtheile von Pyro-, vier dagegen als solche von Orthosäure in die Formel einführt; dann ergibt sich die folgende symmetrische Formel, wo R das im Mittel der Analyse angeführte Gemisch aus Ytria, Erbiumoxyd und Gadoliniumoxyd bedeutet:

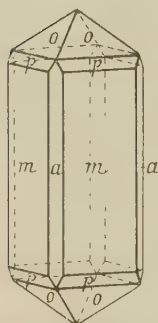


Krystallographisch-optische Untersuchung.

Unter dem Material, welches zur obigen Analyse verwendet wurde, fanden sich eine Reihe von ganz frischen durchsichtigen Krystallen von Hussakit, die nicht im mindesten abgerollt waren und sehr gut erhaltene Flächen besaßen. Die Krystalle waren 2—3 mm lang, 1—2 mm dick; die Farbe war dunkelbraun. Die Flächen spiegelten zum grössten Theile sehr gut, so dass die Reflexe sich genau einstellen liessen, und daher sind die Messungen sehr zuverlässig.

Die Krystalle wiesen meistens eine Combination von {110} und {111} auf und sind langprismatisch ausgebildet. An den gemessenen Krystallen waren die Prismenflächen fast immer von gleicher Grösse. Oefters tritt noch eine steilere Pyramide {331} hinzu, welche aber stets untergeordnet ist. An einem Krystalle, der ziemlich stark abgerollt war, konnte das Prisma II. Ordnung {400} nachgewiesen werden. Diese Flächen waren sogar von beträchtlicher Grösse, aber doch gaben dieselben nicht genau einstellbare Reflexe, so dass die Messungen mit Schimmerbeobachtungen ausgeführt worden sind. Es wurden auch ziemlich gut erhaltene Krystalle beobachtet,

die eine quarzähnliche Krümmung zeigten. W. E. Hadden¹⁾ hatte schon dieselbe Erscheinung an den Xenotimen von Alexander County, Nord-Carolina, beobachtet. Beistehende Figur zeigt eine Combination von all den beobachteten Formen, nämlich: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$ und $p\{331\}$. Messungen wurden an neun Krystallen ausgeführt. Die Resultate sind folgende:



Krystallsystem: Tetragonal bipyramidal.

Axenverhältniss: $a : c = 1 : 0,6208$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$*82^{\circ}34'$	—
$(111) : (1\bar{1}1)$	55 34	55°38'
$(334) : (\bar{3}\bar{3}4)$	138 24	138 25
$(334) : (3\bar{3}4)$	82 51	82 46
$(100) : (110)$	45 40	45 0

Das Axenverhältniss und auch die verschiedenen Winkel stimmen sehr gut mit denen von Xenotim überein. Dana²⁾ giebt $1 : 0,61867$ als das Axenverhältniss für Xenotim an, während das von Groth³⁾ angeführte $1 : 0,6177$ ist. Noch besser stimmt es mit dem von E. Hussak⁴⁾ für Xenotime von demselben Fundorte, nämlich Dattas, angegebenen Axenverhältnisse $1 : 0,62103$ überein, da es von diesem nur um zwei Einheiten in der vierten Decimale abweicht. Ebenso stimmen die oben angeführten Winkel mit den von H. Gorceix⁵⁾ gegebenen Werthen, die er an dem von ihm als Xenotim beschriebenen Material erhalten hat, überein.

Die grosse Aehnlichkeit der Pol- und Mittelkantenwinkel von Hussakit mit denen von Xenotim geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Hussakit.		Xenotim.	
	Kraus:	Dana:	Hussak:	Gorceix:
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$82^{\circ}34'$	$82^{\circ}22'$	$82^{\circ}45'$	$82^{\circ}30'$
$(111) : (1\bar{1}1) =$	55 34	55 30	55 22	55 34

Wie schon erwähnt, sind die Krystalle fast immer durchsichtig, besonders wenn ziemlich dünn, jedoch in grösseren Stücken durchscheinend.

Die gut erhaltenen Krystalle, welche zu Messungen angewandt wurden, zeigen Glasglanz, während die mehr oder minder abgerollten Fett- bis Perlmutterglanz besitzen. Die Farbe ist gelblichweiss, honiggelb, braun, bis dunkelbraun.

1) Amer. Journ. Sc. Nov. 1888, **36**, 380—383. Ref. diese Zeitschr. **17**, 413.

2) Dana, System of Mineralogy, 1892, 748.

3) Groth, Tabellarische Uebersicht der Mineralien, 1898, 84.

4) E. Hussak, Tschermak's Mittheilungen 1891, **12**, 457. Ref. diese Zeitschr. **24**, 429.

5) H. Gorceix, Compt. rend. 1886, **102**, 4024. Ref. diese Zeitschr. **13**, 424.

Härte = 5.

Das specifische Gewicht, bestimmt an mehreren Krystallen mittelst der hydrostatischen Wage, wurde zu 4,587 bei 20° gefunden.

Eine sehr gute Spaltbarkeit herrscht nach dem Prisma $m\{110\}$.

Der Bruch ist uneben, der Strich gelblichweiss.

Im Dünnschliffe senkrecht zur c -Axe zeigt der Hussakit ein ganz ungestörtes einaxiges Interferenzbild. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Aus einem 4 cm langen und 0,5 cm dicken durchsichtigen Krystalle wurde von der Firma Voigt und Hochgesang ein Prisma mit der brechenden Kante parallel der c -Axe geschliffen; dasselbe wurde benutzt, um die Brechungsexponenten mittelst der Methode der minimalen Ablenkung für Lithium-, Natrium- und Thalliumlicht zu bestimmen. Die Resultate sind folgende:

	ω	ε	$\varepsilon - \omega$
Lithium-Licht	1,7166	1,8443	0,0947
Natrium -	1,7207	1,8455	0,0948
Thallium -	1,7244	1,8496	0,0952

Sämmtliche Reflexe für Lithium- und Natriumlicht waren sehr scharf und deshalb sind diese Beobachtungen sehr genau. Die Reflexe des ordentlichen Strahles für Thalliumlicht waren nicht so scharf wie die anderen, aber doch noch gut einstellbar, daher ist diese Bestimmung noch immerhin zuverlässig. Die Reflexe von dem ausserordentlichen Strahle waren dagegen ziemlich verwaschen und nicht genau einzustellen. Dieser Werth wurde zweimal bestimmt und die zwei Resultate: 1,8483 und 1,8209 weichen ziemlich viel von einander ab, der oben angegebene Werth ist das Mittel von diesen zwei Beobachtungen.

Wenn man die Bestimmungen für Lithium- und Natriumlicht als zuverlässig annimmt und mittelst der Cauchy'schen Formel

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

die Brechungsexponenten für Thalliumlicht berechnet, so bekommt man folgende Werthe:

$$\omega = 1,7245, \quad \varepsilon = 1,8494.$$

Der theoretische Werth für ω (Th.-Licht) weicht nur um eine Einheit der vierten Decimale von dem beobachteten ab. Der oben angeführte Mittelwerth für ε (für dieselbe Farbe) stimmt zufälligerweise mit dem berechneten Werthe sehr gut überein.

Wie aus dem oben mitgetheilten Werthen für $\varepsilon - \omega$ hervorgeht, ist die Doppelbrechung des Hussakit eine ausserordentlich starke, die nur von der weniger Mineralien übertroffen wird; infolgedessen giebt sogar das Pulver des Minerals im polarisirten Lichte sehr lebhafte Interferenzfarben.

Beziehungen zwischen Xenotim und Hussakit.

Wie aus oben Gesagtem sich ergibt, bleibt noch eine Reihe von Punkten aufzuklären, über die wir uns im Folgenden noch kurz verbreiten wollen.

Zunächst ist es die Verschiedenheit zwischen unserem Funde und dem von Gorceix, welche auffallen muss. Das von Gorceix analysirte Material stammt von genau demselben Fundorte, von dem unsere Krystalle herühren, und nach Gorceix's Beschreibung war seine Substanz identisch mit der von uns untersuchten. Nun ergab die Analyse von Gorceix folgende in der ersten Spalte enthaltene Zahlen, während unsere Analyse in der zweiten Spalte aufgeführt ist.

	Gorceix:		Reitinger:
P_2O_5	= 35,64	P_2O_5	= 33,54
R_2O_3	63,75	SO_3	6,43
Unlösliches	0,40	R_2O_3	60,24
		Fe_2O_3	0,20
	<hr/>		<hr/>
	99,79		100,08

Die 6,43 % Schwefelsäure, die wir finden, vertheilen sich also bei Gorceix auf Yttria und Phosphorsäure. Mit Sicherheit lässt sich natürlich nicht feststellen, woher die Differenz kommt; wir vermuthen, dass Gorceix die Schwefelsäure einfach übersehen und sein Material mit concentrirter Schwefelsäure oder primärem Kaliumsulfat aufgeschlossen hat, so dass sich ihm gar keine Gelegenheit bot auf Schwefelsäure zu prüfen, deren Anwesenheit in dem Mineral er auch nicht vermuthen konnte. Jedenfalls möchten wir nochmals betonen, dass alle unzersetzten Hussakitkrystalle von dem Dattas-Vorkommen die von uns angegebene Zusammensetzung haben.

Woher kommt es nun, so muss man sich weiter fragen, dass die Krystalle des Hussakit mit denen des Xenotim geometrisch genau übereinstimmen? Im Allgemeinen pflegt man doch aus einer solchen Uebereinstimmung der Krystallform auf Identität zu schliessen. Diese Frage löst sich sehr einfach, wenn man bedenkt, dass alle Analysen von Xenotim, abgesehen von denen Gorceix's (l. c.) und einer von Blomstrand¹⁾ an mehr oder weniger zersetztem Material ausgeführt wurden. Es liegt die Vermuthung nahe, dass das, was man Xenotim nennt, weiter nichts ist als ein Hussakit, aus welchem durch Einfluss der natürlichen Wässer die Schwefelsäure ausgelaugt und der so in das Yttriunorthophosphat übergeführt wurde.

¹⁾ Siehe diese Zeitschr. 16, 68 (spec. Th.). Blomstrand giebt an, dass er das Mineral mit Schwefelsäure aufgeschlossen habe; daher war ihm der Nachweis eines eventuellen Gehaltes an SO_3 nicht möglich.

Um diese Frage zu prüfen, haben wir fein gepulverten Hussakit mit Sodalösung kurze Zeit auf dem Wasserbade erwärmt und die Flüssigkeit nach dem Filtriren untersucht. Es zeigte sich, dass in der That die Schwefelsäure sehr leicht aus dem Mineral herausgenommen werden kann, denn schon nach einstündigem Erwärmen giebt die Flüssigkeit Schwefelsäure-reaction. In ähnlicher Weise müssen nun natürlich die ja meist schwach alkalischen Gewässer in der Natur auf Hussakit einwirken und denselben im Laufe der Zeit in Orthophosphat verwandeln.

Wenn obige Vermuthung richtig ist, so wären die opaken Xenotime nichts anderes, als Pseudomorphosen des Yttriumorthosphats nach Hussakit, und es wäre zu erwarten, dass nicht vollständig zersetzte Xenotime noch einen Gehalt von Schwefelsäure erkennen lassen.

Nun fanden sich in einem Sande von Bandeira de Mello (Bahia) trübe, opake Krystalle von pyramidalem Habitus, die als Xenotim bestimmt worden waren, welcher von E. Hussak schon 1894¹⁾ beschrieben wurde. Herr Dr. Hussak hatte die Güte, uns grössere Mengen dieses Sandes zur Verfügung zu stellen. Die neben viel Korund, Quarz, Granat, Monazit und anderen Mineralien vorhandenen Xenotimkrystalle wurden sorgfältig ausgelesen und chemisch untersucht. Beim Zerbrechen zeigte sich, dass sie undurchsichtig und theilweise zersetzt waren; die qualitative Analyse ergab jedoch noch deutliche Heparreaction und die quantitative Untersuchung dieses »Xenotims« von Bandeira de Mello führte nun zu folgenden Resultaten von zwei Analysen:

	a.	b.	
P_2O_5	27,40	27,35	
SO_3	2,62	2,74	
SiO_2	0,65	0,59	
R_2O_3	60,03	59,87	(Yttria, Erbium- und Gado- liniumoxyd)
Fe_2O_3	4,58	4,50	
Al_2O_3	1,10	1,22	
CaO	2,51	2,60	
MgO	0,49	0,41	
H_2O	0,34	0,40	
	99,72	99,68	

Die nähere Untersuchung des Erdgemisches R_2O_3 nach den oben gegebenen Methoden ergab als Molekulargewicht für $R_2O_3 = 249,7$ und als procentuales Verhältniss von den drei vorhandenen seltenen Erden:

1) E. Hussak, Tschermak's mineral. u. petrogr. Mittheil. 1894, **12**, 437. Ref. diese Zeitschr. **24**, 429.

	für a.	für b.
Yttria	45,93	45,80
Erbiumoxyd	13,68	13,65
Gadoliniumoxyd	0,42	0,42
	<hr/> 60,03	<hr/> 59,87

Eine rationelle Formel lässt sich natürlich aus diesem Analysenbefunde nicht berechnen, so wenig, wie aus den sorgfältigen und eingehenden Analysen von Blomstrand¹⁾ an Material aus Hvalö und Narestö bei Arendal.

Was unser Material besonders interessant macht, ist der kleine Schwefelsäuregehalt; es liegt offenbar ein Zwischenproduct zwischen Hussakit und Xenotim vor, aus dem die Schwefelsäure durch Einwirkung der natürlichen Wässer zum grössten Theile, aber noch nicht vollständig ausgelaugt worden war. Bei dieser Zersetzung haben sich wohl die entstandenen Spaltrisse und Poren des Minerals mit Eisenoxydhydrat, Thonerde und Kalk und sonstigen Producten, wie Silicaten, erfüllt. Die Krystalle dieses »Xenotims« von Bandeira de Mello bestehen aus der tetragonalen Pyramide und zeigen, soweit Messungen angestellt werden konnten, noch die Winkel, welche oben für Hussakit angegeben wurden. Doch sind die Flächen naturgemäss matt und die Kanten grösstenteils abgerundet, so dass genaue Messungen nicht anzustellen waren. Da das Material völlig undurchsichtig geworden war, kann von einer optischen Untersuchung natürlich keine Rede sein.

Hiernach ist wohl kaum ein Zweifel, dass die opaken, schwefelsäurefreien Xenotime, wie sie zu den meisten Analysen benutzt wurden, Pseudomorphosen nach den durchsichtigen Hussakitkrystallen sind.

Ein weiterer Beweis hierfür wurde geliefert durch den quantitativen Nachweis von Schwefelsäure in einigen Krystallen von Hitterö²⁾, welche sich in der bayerischen mineralogischen Staatssammlung zu München fanden und uns von Herrn Prof. Groth in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt wurden. Die Krystalle waren zwar schon theilweise opak und daher zersetzt, doch wiesen sie noch einige durchsichtige Stellen auf. Die zwei angestellten Versuche an einem zwar zersetzten, aber noch gut ausgebildeten Krystalle und einem noch ziemlich durchsichtigen Stück bestätigten unsere Vermuthung, dass noch etwas Schwefelsäure in den Stücken sich finde, da wir in beiden Fällen sehr deutliche Reactionen auf Schwefelsäure bekamen und zwar intensiver, als bei dem zersetzten Material aus Bandeira de Mello. Zur Durchführung einer quantitativen Analyse war das vorliegende Material nicht genügend.

1) Blomstrand, Geolog. För. Förh. 1887, 9, 483. Ref. diese Zeitschr. 15, 99.

2) Bisher existirt nur eine Analyse des Xenotims dieses Vorkommens, von Schiötz, welche aber, wie der Wassergehalt beweist, an umgewandeltem Material angestellt wurde und daher auch keinen Schwefelsäuregehalt lieferte.

Die Untersuchung von anderen norwegischen Xenotimen, die uns vorlagen und ebenfalls aus der bayerischen Staatssammlung stammten, ergab keinen Schwefelsäuregehalt. Die Proben stammten von Arendal, Raade bei Moss und Hitterö und waren zweifellos alle stark zersetzt, undurchsichtig und wohl in der erwähnten Weise aus Hussakit entstanden.

Wir glauben deshalb folgendermassen schliessen zu dürfen: Lassen wir für das Yttriumorthophosphat den alten Namen, so ist das, was man als Xenotim bezeichnet, so weit es sich um deutliche Krystalle handelt, zu betrachten als eine Pseudomorphose von Xenotim nach Hussakit.

Zum Schlusse sei uns gestattet, dem Urheber dieser Untersuchung, welche theils im chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule, theils im mineralogischen Institute der Universität ausgeführt wurde, Herrn Prof. Muthmann, sowie Herrn Prof. Groth unseren Dank auszusprechen.

XV. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. J. Sioma (in Moskau): Eine Analyse des weissen Mikroklins vom Ilmengebirge.

Der weisslich gefärbte Feldspath, der den Hauptgemengtheil der Eläolith-syenite des Ilmengebirges bildet, ist bisher noch nicht analysirt worden. Dieser Feldspath bildet ziemlich grosse Körner ohne bestimmte Krystallumrisse. Er besitzt vollkommene Spaltbarkeit nach {001}. Die Spaltbarkeit nach {010} tritt zuweilen zurück gegenüber einer deutlichen Absonderung nach der einen Prismenfläche. Aus der bedeutenden Menge von Spaltstücken ist es mir gelungen, nur einige zu messen. Der Winkel der Spaltbarkeit zwischen {100} und {010} schwankt zwischen $89^{\circ} 53'$ — $90^{\circ} 30'$ und ist im Allgemeinen nahe 90° .

Die optische Untersuchung der Schiffe hat folgendes Resultat geliefert. Auf {001} war der Auslöschungswinkel in Bezug auf die Kante $[(001):(010)]$ im Mittel von zwölf Messungen $-1^{\circ} 30'$. In Schnitten parallel {010} in Bezug auf die Trace der Spaltbarkeit nach {001} im Mittel von zwölf Messungen $-7^{\circ} 30'$. Aber in demselben Schiffe finden sich einige Theile, wo dieser Auslöschungswinkel ungefähr 45° ist, was wahrscheinlich durch kryptoperthitische Structur zu erklären ist¹⁾.

Die chemische Untersuchung des Feldspaths hat Resultate gegeben, welche sehr nahe der Zusammensetzung der Kryptoperthite aus analogen Gesteinen unter den norwegischen Syeniten²⁾ stehen.

SiO_2	65,48
Al_2O_3 (Spur Fe_2O_3)	24,12
CaO	1,44
MgO	0,17
K_2O	6,56
Na_2O	5,25
H_2O	0,18
	100,20

Für die Analyse wurde die Homogenität des Materials durch die Lupe und das Mikroskop geprüft, und die optischen Schiffe sind aus derselben Portion gefertigt worden, welche für die chemische Analyse gebraucht wurde. Für die Analyse dienten zwei Portionen des fein gepulverten und durch eine feine Lein-

1) Brögger, diese Zeitschr. 1890, 16, 539.

2) Derselbe, l. c. S. 529.

wand gesiebten Materials, eine für die Bestimmung von Si , Al , Fe und Ca (2,0222 g), eine andere für die Bestimmung der Alkalien (1,0694 g). Die zweite Analyse wurde mit Fluorwasserstoffsäure ausgeführt, die vorige aber durch Schmelzung mit Soda. Das Wasser wurde in der luftgetrockneten, gepulverten und gesiebten Substanz in besonderer Probe (0,6676 g) bestimmt. Aus demselben Materiale wurde ein Theil für die Bestimmung des specifischen Gewichtes geschieden. Diese Bestimmung mit dem Wasserpiknometer hat folgende Resultate geliefert:

		Spec. Gew.:	Temperatur:
1)	1,0834 g	2,590	40,3° C.
2)	1,2884 g	2,594	44,0 C.
	Mittel	2,592	bei 40,3°—44° C.

2. J. Sioma (in Moskau): Ueber das Vorkommen des Schefferits (Eisenschefferit) am Kaukasus.

Im Jahre 1898 wurde an das Mineralogische Institut der Moskauer Universität von Herrn W. Orłowsky ein Mineral gesendet, welches nach der Prüfung als Eisenschefferit zu bestimmen¹⁾ ist, der bisher in Russland noch nicht beobachtet wurde.

Der kaukasische Schefferit bildet ein grobkrySTALLINISCHES Aggregat, theilweise bestehend aus prismatischen Individuen. In einigen Fällen kann man einzelne dunkle graugrüne KrySTALLE mit glänzenden Flächen isoliren. Diese KrySTALLE bilden eine dem Diopsid eigenthümliche Combination von Pinakoiden: {100}, {010}, {001} und zwei Prismen: {110}, {130}. Auf den Pinakoiden, sowie auf den Prismen sieht man eine Streifung nach ihrer Combinationskante mit {001}, die durch Gleitung nach dieser Fläche zu erklären ist.

An den KrySTALLen wurden die Winkel gemessen wie folgt:

(100): (001)	= 73° 41'	schwankt zwischen	73° 22'—73° 8'
(100): (110)	46 35	-	- 46 56—46 32
(110): (010)	43 32	-	- 43 49—43 30
(130): (010)	47 23	-	- 47 27—47 12

Das Mineral besitzt eine deutliche Spaltbarkeit nach {110} mit den Winkeln (110): (110) = 86° 54'.

Die optische Untersuchung des nach der Symmetrieebene gefertigten Dünnschliffes zeigt, dass der Auslöschungswinkel auf (010) mit der Trace der Axe c für Na -Licht 62° 30' beträgt (bei Eisenschefferit 69° 3', bei Schefferit 44° 25' nach Flink). Das specifische Gewicht wurde mit dem Wasserpiknometer bestimmt, und dies hat folgende Resultate ergeben:

1)	1,2592 g	spec. Gew.	3,547	Temperatur	43,6° C.
2)	1,4484 g	-	- 3,546	-	44,2 C.
	Mittel		3,546	bei	43,6°—44,2° C.

Die Löthrohrprüfungen stimmen ganz gut mit den Schefferitreactionen.

3. F. Gonnard (in Lyon): Ueber Quarz von Bourg d'Oisans.

Die bekannten QuarzkrySTALLE der Mine de la Gardette sind gewöhnlich nicht sehr flächenreich. Indessen gelang es mir, an den in meiner Sammlung befindlichen Exemplaren folgende Formen zu bestimmen:

1) Flink, diese Zeitschr. 11, 487. — Breithaupt, Mineralogische Studien. Sep.-Abdr. Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1865, S. 56.

$$p\{100\}, e^{\frac{1}{2}}\{22\bar{1}\}, e^2\{2\bar{1}\bar{1}\}, e^{\frac{1}{4}}\{11.\bar{1}.\bar{1}\}, e^{\frac{1}{3}}\{13.\bar{5}.\bar{5}\}, e^{\frac{3}{5}}\{34.\bar{1}\bar{5}.\bar{1}\bar{5}\}, \\ s\{41\bar{2}\}, x\{4\bar{1}\bar{2}\}.$$

Die bereits von Des Cloizeaux und Bombicci beobachtete Form $e^{\frac{3}{5}}\{34.\bar{1}\bar{5}.\bar{1}\bar{5}\}$ erklärt Goldschmidt in seinem Index 3, 24 für unsicher, aber wohl mit Unrecht; ich fand sie an einem kleinen linksdrehenden Krystalle und beobachtete: $(34.\bar{1}\bar{5}.\bar{1}\bar{5}) : (100) = 36^\circ 59'$ (Mittel von zwei Messungen); derselbe Krystall zeigte auch $\{11.\bar{1}.\bar{1}\}$, eine am Quarz von Meylan (s. den Auszug am Schlusse dieses Heftes S. 316) häufige Form. An einem anderen Krystalle trat $\{13.\bar{5}.\bar{5}\}$ auf und ergab den Winkel zu $(100) = 30^\circ 53'$.

Ein von Kryställchen von Anatas und Crichtonit begleiteter und daher sehr wahrscheinlich von Vaujany stammender kleiner Quarzkrystall zeigte die Combination:

$$p\{100\}, e^{\frac{3}{11}}\{34.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}\bar{1}\}, e^{\frac{8}{3}}\{8\bar{3}\bar{3}\}, e^2\{2\bar{1}\bar{1}\}, e^{\frac{1}{2}}\{22\bar{1}\}, x\{4\bar{1}\bar{2}\}$$

und ergab folgende Werthe:

$$\begin{array}{l} (34.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}\bar{1}) : (100) = 28^\circ 49' \\ (8\bar{3}\bar{3}) : (100) \quad 30 \quad 4 \text{ (Mittel von zwei Messungen).} \end{array}$$

Aus der Mine de la Gardette stammen bekanntlich die schönen Zwillinge nach (521), welche G. vom Rath in Nr. 84 seiner »mineralogischen Mittheilungen« (Poggendorff's Ann. 155, 59 f.) ausführlich behandelt. Derselbe erwähnt darin auch einen 1873 von mir beschriebenen merkwürdigen Zwilling desselben Gesetzes und giebt eine diesem ähnliche Figur; der Zwilling besteht aus zwei rechtsdrehenden Krystallen, deren gegenüberliegende Endflächen nicht von gleichem Vorzeichen sind. Wohl den grössten dieser Zwillinge erwarb vor einigen Jahren Herr Lacroix für das Pariser Museum aus der Sammlung des Marquis de Vibraye¹⁾.

4. J. Macé de Lépinay (in Marseille): Ueber die Form der ordentlichen Wellenfläche im Quarz.

In dieser Zeitschr. 1900, 32, 551 ist eine Arbeit erschienen von C. Viola, nach welcher der ordentliche Brechungsexponent im Quarz von der Fortpflanzungsrichtung des Lichtes abhängen würde. So hätte er den Werth 1,54426 in der Richtung der Hauptaxe und 1,54442 in einer zur letzteren senkrechten Richtung.

Aus Messungen, die ich, theils allein²⁾, theils unter Mitarbeitung der Herren Fabry und Perot³⁾ gemacht, ist es mir möglich zu schliessen, dass diese Verschiedenheiten des ordentlichen Brechungsexponenten im Quarz, wenn sie überhaupt bestehen, ungefähr hundertmal kleiner sind, als es aus Viola's Untersuchungen erhellen würde.

Die Dicken (ungefähr 4 cm) eines Würfels von Quarz wurden nach drei Richtungen gemessen, von denen die eine parallel, die beiden anderen senkrecht zur Hauptaxe liefen.

Andererseits sind diese Messungen nach zwei ganz verschiedenen Methoden

1) Ein selten schöner und ziemlich grosser Zwilling dieser Art, in einer umfangreichen Quarzdruse aufgewachsen, wurde vor einiger Zeit auch für die mineralogische Staatssammlung in München angekauft.

2) Annales Chim. Phys. 1897, 11, 7.

3) Comptes rendus, Académie des Sciences de Paris 1899, 128, 1317.

ausgeführt worden. Die eine beruht auf der Beobachtung der Talbot'schen Fransen. Die gesuchte Dicke e ist durch die Gleichung

$$(n - 1) e = p \lambda$$

gegeben, wo λ die Wellenlänge ist, p eine Zahl, die sich direct aus den Messungen ergibt, n der ordentliche Brechungsexponent, der mit einer Genauigkeit von fünf Einheiten der siebenten Decimale gemessen wurde, mit einem Prisma von Quarz, dessen Kanten der Axe parallel waren und das aus demselben Stücke wie der Würfel selbst hergestellt worden war.

Bei der zweiten Methode hingegen sind die Messungen vom Brechungsexponenten ganz unabhängig; die gemessene Dicke ist durch die Gleichung:

$$e = P \lambda$$

direct gegeben, wo P wie früher aus der Beobachtung folgt.

Nun aber haben diese zwei Methoden zu etwas verschiedenen Resultaten geführt, d. h. die erste Methode gab fast regelmässig um $0,35 \mu$ grössere Dicken als die andere im Falle einer der Axe parallel laufenden Richtung, und um $0,24 \mu$ grössere im Falle einer zur Axe senkrechten Richtung.

Um diese Verschiedenheiten zu erklären, kann man sich vorstellen, dass in beiden Fällen der wahre Brechungsexponent etwas grösser war, als der mit dem Prisma gemessene ($N_0 = 1,5487381$). So findet man:

$$\begin{array}{ll} \text{für die der Axe parallele Richtung: } N_0 = 1,5487429, \\ - \quad - \quad \text{zur Axe senkrechten} \quad - \quad N_0 = 1,5487413. \end{array}$$

Der Unterschied dieser zwei Zahlen beträgt nur $0,0000016$, anstatt $-0,00016$ nach Viola. In der That ist dieser Unterschied so klein, dass man ihn als in den Grenzen der möglichen Fehler liegend betrachten kann.

Es ist zu bemerken, dass in unseren Messungen das Drehungsvermögen des Quarzes gar keinen Einfluss hat.

5. C. Viola (in Rom): Ueber die Form der ordinären Lichtwellenfläche beim Quarz.

Als mir der Inhalt der vorhergehenden Notiz von Herrn Macé de Lépinay mitgetheilt wurde, habe ich die im vorigen Jahre ausgeführten Messungen der Lichtbrechung mit Hülfe der Totalreflexion für Na -Licht wiederholt. Die benutzten Quarzschnitte parallel der Hauptaxe haben dieselben Ergebnisse mit der Unsicherheit in der fünften Decimalstelle geliefert, wie die schon mitgetheilten.

Abgesehen von dieser Unsicherheit haben wir also für ordinäre Strahlen in Luft¹⁾:

$$-0,00016 \quad \left\{ \begin{array}{l} 1,54426 \text{ in der Richtung der Hauptaxe,} \\ 1,54442 \text{ senkrecht zu derselben.} \end{array} \right.$$

Macé de Lépinay findet aber für die Fraunhofer'sche Linie D_2 im leeren Raume Folgendes:

$$+0,0000016 \quad \left\{ \begin{array}{l} 1,5487429 \text{ in der Richtung der Hauptaxe,} \\ 1,5487413 \text{ senkrecht zu derselben,} \end{array} \right.$$

und bemerkt, dass diese Differenz dem Beobachtungsfehler zugeschrieben werden kann. Eine von Macé de Lépinay direct ausgeführte Bestimmung mit dem

1) C. Viola, diese Zeitschr. 32, 554.

Prisma hat im leeren Raume 4,5487381 ergeben; der Fehler liegt also in der That in der sechsten Decimalstelle und ist das zwei- bis dreifache der oben angegebenen Differenz.

Ich habe weitere Messungen unter denselben Verhältnissen mit verschiedenen Quarzlamellen parallel der Hauptaxe ausgeführt. Die Differenz 0,00046 mit der Unsicherheit in der fünften Decimalstelle wiederholt sich immer. Nur kommt die sonderbare Erscheinung zu Tage, dass sie bald positiv, bald negativ ist.

Man muss sich vergegenwärtigen, wie die Versuche ausgeführt wurden. Mit Hülfe der Totalreflexion wird der Brechungsindex des ordinären Strahles für alle von einem Punkte ausgehenden Richtungen direct beobachtet. Dabei kann der Verlauf der Wellenfläche parallel der Hauptaxe verfolgt, jeder Beobachtungsfehler genau übersehen und die Grösse der Brechungsindices nach den zwei oben genannten Richtungen festgestellt werden. Bei dieser Methode kommt kaum 1 mm²-Fläche des Schnittes in Betracht, so dass man annehmen kann, der Schnitt der Wellenfläche beziehe sich auf einen homogenen Theil des Quarzes. Macé de Lépinay vergleicht zwei aufeinander senkrechte Richtungen, und die Lichtbrechungsindices beziehen sich auf 4 cm Dicke des Quarzes, da sie aus der Verzögerung der Lichtwellenbewegung hervorgehen. Es ist also daraus zu schliessen, dass die von Macé de Lépinay bestimmten Brechungsindices für den ordinären Strahl mittlere Werthe sind, wo die von mir wiederholt ausgerechneten Differenzen ausgeglichen werden. Sie werden um so vollkommener ausgeglichen, je grösser die Dicke der angewandten Quarzplatte ist.

Aus anderen Lichterscheinungen ¹⁾ hatte ich die Vermuthung ausgesprochen, dass der Quarzkrystall eine Verzwillingung von triklinen Individuen sei ²⁾. Später hat mir Prof. L. Graetz gütigst mündlich die Ansicht ausgesprochen, dass das aus der Lichtbrechungsindicesdifferenz berechnete Verhältniss der magnetischen Hauptconstanten $\frac{\mu''}{\mu'} = 1,00020$ ³⁾ als zu gross zu betrachten sei. Man müsste jetzt annehmen, dass auch das Reciproke $\frac{\mu'}{\mu''} = 1,00020$ gilt.

Ich schliesse die von Prof. Graetz ausgesprochene Ansicht nicht aus. Aber die zwei magnetischen Verhältnisse könnten möglich sein, indem sie sich gegenseitig aufheben. Man würde so zu Beckenkamp's ⁴⁾ Anschauung der Symmetrie der Krystalle kommen. Die nach verschiedenen Methoden beobachteten Lichtverhältnisse des Quarzes haben somit das Bedürfniss gezeigt, dass der Structur desselben noch nachgeforscht werden muss.

1) G. d'Achiardi, Note di Mineralogia italiana. Società toscana di scienze naturali. Processi verbali 1898.

2) C. Viola, Sopra l'asse ternario. Ibidem 1900, p. 75.

3) C. Viola, diese Zeitschr. 32, 536.

4) Man sehe z. B. J. Beckenkamp, Zur Symmetrie der Krystalle. Diese Zeitschrift 33, 606 ff.

XVI. Auszüge.

1. F. Millosevich (in Rom): **Cölestin aus Strongoli (Calabrien)** (Rendic. R. Acc. dei Lincei, Roma 1899, 8 (I), 344—346. — Rivista di Mineral. etc., Padua 1899, 22, 91—94).

Die Schwefelgruben von Strongoli und S. Nicola dell' Alto in der Provinz Catanzaro befinden sich im oberen Miocän und sind denjenigen von Sicilien und der Romagna sehr ähnlich. Der Schwefel in gut ausgebildeten Krystallen ist selten. Die vom Verf. untersuchten Krystalle zeigten die Formen {111}, {113}, {001}, {011}.

Der Gyps kommt in säulenförmigen Krystallen ohne Endflächen vor. Der Calcit erscheint in kugeligen Concretionen und unvollkommenen Krystallen. Mehr Interesse bieten die Cölestinkrystalle dar, welche folgende Formen zeigen: {100}, {001}, {110}, {011}, {102}, {111}, {322}.

{322} ist für Cölestin neu und wird durch die Zonen [(110):(102)] und [(011):(100)] bestätigt.

Die für {322} gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(322)	ungefähr 33°	33° 23'
(110):(322)	- 22½	22 18
(102):(322)	- 38	37 38½

An den Cölestinkrystallen von Strongoli beobachtete Verf. zwei ganz verschiedene Typen. Die Krystalle des ersten Typus zeigen die Combination: {001} {011} {102} {322}; sie sind verlängert nach [x] und {011} vorherrschend; gleiche Entwicklung haben {102} und {110}. Solche Krystalle sind gewöhnlich sehr klein und sie bedecken, zusammen mit dem Schwefel, die Hohlräume des schwefelführenden Mergels. Sie sind den Krystallen von Sicilien sehr ähnlich. Die Krystalle des zweiten Typus begleiten den weissen Calcit, welcher als Incrustation über dünnen Lagen von Schwefel erscheint. Solche Krystalle sind etwas grösser und zeigen die Combination: {100} {001} {011} {102} {111}; verlängert nach [x] mit {011} und {100} vorherrschend. Wenig entwickelt sind {110} und {102}. Die Flächen des Pinakoides {100} zeigen eine deutliche Richtung parallel zu [001]. Die Krystalle dieses Typus erinnern an die von Drabant beschriebenen Krystalle von Conil bei Cadix (s. diese Zeitschr. 12, 231).

Ref.: C. Riva.

2. G. Struever (in Rom): **Die Minerallagerstätten von Saulera und Rocca Nera alla Mussa im Ala-Thale in Piemont** (Rendic. R. Acc. dei Lincei, Roma 1899, 8 (1), 427—434. — Rivista di Mineralogia etc., Padua 1899, 22, 80—88).

In einigen früher vom Verf. publicirten Abhandlungen über die Minerallagerstätten des Alathales in Piemont (s. N. Jahrb. f. Min. etc. 1871, 337 und diese Zeitschr. 14, 584; 18, 96, 309) sind die oben genannten Fundorte nicht erwähnt, weil diese zu jener Zeit noch nicht bekannt waren. In der Nähe der Alpe Saulera an der linken Seite des Thales, wo der Bach einen schönen Wasserfall bildet, sieht man im grünen Chlorit und Talkschiefer eine Bank, etwas mehr als 1 m dick, eingeschaltet, welche theilweise fast nur aus hellgelbem, derbem Epidot, theilweise aus einem Gemenge von Granat und Epidot gebildet ist. Kleine secundäre Adern derselben Mineralien durchsetzen, senkrecht zur Schieferung, die benachbarten Schiefer. Durch die Bank gehen kleine Risse, welche, ebenso wie einige Geoden, mit Krystallen von Granat, Epidot, Diopsid, Klinochlor, Apatit, Titanit und Calcit bekleidet sind. In der Nähe des Contactes sieht man manchmal auch kleine Massen von Chalkopyrit.

Der Epidot ist das auffälligste Mineral des Fundortes. Wo dieser allein die Bank bildet, erscheint er in durchsichtigen, hell rothgelblichen, bis 5 cm nach [y] verlängerten und 2 cm dicken Krystallen, deren detaillirte Beschreibung in der Arbeit von La Valle über den Epidot vom Alathale (s. diese Zeitschr. 20, 621) gegeben ist. Wo die anderen Mineralien neben dem Epidot vorherrschen, ist dieser etwas grüner, gleichwie die bekannten Epidote von »Colle del Paschietto«.

Der Granat, hyazinthroth gefärbt, bildet kleine Krystalle der Combinationen {211} {110} und {211} {110} {321} mit {211} vorherrschend. Dieser Granat ist mit demjenigen der benachbarten Fundorte der Testa Ciarva zu verwechseln.

Der graugrünlich gefärbte Diopsid (Varietät Mussit) bildet lamellare und stengelige Massen; die vollständigen Krystalle sind in allem den von Testa Ciarva bekannten gleich. Dasselbe gilt auch für den Klinochlor.

Kleine Apatitkrystalle, tafelförmig nach {0001}, sind sehr zahlreich. Sie zeigen dieselben Formen wie diejenigen von Corbassera bei Ala, welche vom Verf. schon beschrieben wurden.

Der Titanit und der Calcit sind selten.

In Bezug auf ihre Zusammensetzung ist die Lagerstätte von Saulera in der Mitte zwischen den Granatbänken der Testa Ciarva und den Epidotbänken vom Colle del Paschietto. An beiden Fundorten, welche ziemlich weit von einander liegen, findet man Granat, Diopsid und Klinochlor, aber es fehlt an der Testa Ciarva der Epidot und der Titanit, während an dem Colle del Paschietto der Apatit und der Vesuvian ganz fehlen. Die Abstammung einzelner Stufen von einer oder der anderen der genannten Lagerstätten zu bestimmen, ist nach dem Verf. bei einfacher Besichtigung der Stufen sehr unsicher.

Die Saulera-Lagerstätte wurde im Winter 1872—73 entdeckt, aber es ist sehr möglich, dass dieselbe in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts schon bekannt war.

Lagerstätte von der Rocca Nera Nr. 2. Etwas mehr nach Westen von der Lagerstätte von Saulera, in den Wänden, welche den Piano della Mussa nach Süden schliessen, ist im Serpentin eine dicke Bank eingeschaltet, welche aus Granat, Klinochlor, Diopsid und Epidot besteht, und in welcher prächtige Krystalle von Granat, Apatit, braunem Vesuvian und Calcit

gefunden wurden. Die Stufen, welche von diesem Fundorte stammen, sind mit denjenigen von Corbassera bei Ala zu verwechseln.

Der Granat bildet tief hyacinthrothe Krystalle, kleiner als 1 mm oder von 4—5 cm Durchmesser. Die beobachteten Formen sind folgende: {110}, {211}, {321}, {210}, {332}, {100} und selten {111}. Die Flächen von {110} sind glänzend, jene von {211} zeigen Streifung nach der grössten Diagonale. Die Flächen von {321} sind sehr schmal, aber immer glänzend. Dagegen sind die Flächen der anderen Formen theils glänzend, theils matt. Manchmal ist eine und dieselbe Fläche zum Theil glänzend, zum Theil matt; dies erklärt sich aber durch Ueberwachsung einer dünnen Schicht von glänzendem Granat über die vorher gebildete rauhe Fläche. Nicht immer sind die Granatkrystalle regelmässig modellartig ausgebildet, sehr oft sind die Flächen sehr verschieden entwickelt, so dass anscheinend eine tetragonale, rhombische oder rhomboëdrische Symmetrie hervortritt. Die Krystalle sind einigemal nach einer tetragonalen, trigonalen oder binären Axe verlängert oder verkürzt. Verwachsungen beobachtet man ähnlich wie an denjenigen des Granat bei Ala.

Der braune Vesuvian bildet, begleitet von Diopsid, kleine stengelige Massen oder prismatische Krystalle, auf den Wänden der Spalten aufgewachsen. Die beobachteten Formen sind: {110}, {100}, {001}.

Der Diopsid und Klinochlor sind jenem von Corbassera, Testa Ciarva und Saulera ähnlich.

Die Apatitkrystalle sind in den Geoden besonders zahlreich; sie sind tafelförmig oder auch prismatisch ausgebildet. Die schon beschriebenen Formen des Apatit von Corbassera wurden auch hier beobachtet, und es ist nur zu bemerken, dass an dem Apatit der Rocca Nera die Formen $\{3\bar{1}\bar{2}\}$ und $\{510.43\bar{1}\}$ manchmal holoëdrisch entwickelt sind, wie schon vom Rath und Hessenberg für den Apatit von Pfisch resp. Wildkreuzjoch beobachtet haben. Die Krystalle sind voll von Flüssigkeitseinschlüssen.

Alle beschriebenen Mineralien sind ohne eine bestimmte Reihenfolge miteinander verwachsen; ihre Entstehung ist ungefähr gleichzeitig. Dagegen ist der Calcit sicher später gebildet worden. Wo die Lagerstätte Verwerfungen erfuhr, ist eine Art Breccie entstanden, deren Stücke durch Calcit cementirt sind. Oftmals erkennt man das Rhomboëder $\{11\bar{1}\}$ mit rauhen Oberflächen.

Was die Lagerstätte der Testa Ciarva betrifft, so ist zu bemerken, dass die alte Bank, welche die schönen und bekannten Krystalle von Granat, Diopsid und Vesuvian geliefert hat, jetzt fast verlassen ist. Dagegen wurde etwas höher und weiter westlich ebenda eine ähnliche Bank gefunden, vielleicht die Fortsetzung der ersten, von welcher sehr schöne Krystalle herkommen.

Auffallend ist die grosse Analogie zwischen den verschiedenen Minerallagerstätten des Alathales. Mit Ausnahme des Colle del Paschietto ist in allen anderen Fundorten Apatit reichlich vertreten und zeigt die Pyramide $\{510.43\bar{1}\}$, welche vom Verf. zum ersten Male am Apatit von Corbassera gefunden wurde.

Ref.: C. Riva.

3. G. Boeris (in Mailand): **Krystallform einiger organischer Verbindungen** (aus: Bruni e Gorini, Sui fenomeni di equilibrio fisico nelle miscele di sostanze isomorfe. Rendic. R. Acc. Lincei 1899, 8 (II), 184—189).

Zum Zwecke, den Isomorphismus des p-Bichlor-, p-Bibrom- und p-Chlorbrombenzol zu constatiren, hat Verf. Messungen der beiden letzten Substanzen

ausgeführt. Für das p-Bichlorbenzol sind schon Messungen von Des Cloiseaux bekannt; für die zweite Substanz existiren nur unvollständige Angaben von Friedel (siehe Ber. d. d. chem. Ges. 1869, 2, 16).

p-Bichlorbenzol (Des Cloiseaux).	p-Bibrombenzol (Boeris).	p-Chlorbrombenzol (Boeris).
Krystallsyst.: Monosymmetr.	Monosymmetrisch.	Monosymmetrisch.
$a:b:c = 2,5193:1:1,3920$	$2,6660:1:1,4179$	$2,6077:1:1,4242$
$\beta = 67^{\circ}30'$	$67^{\circ}22'$	$67^{\circ}0'$

Beobachtete Formen:

$$\{100\}\{001\}\{101\}\{110\}; \{100\}\{001\}\{101\}\{110\}; \{100\}\{001\}\{101\}\{110\}$$

Winkel:

$(100):(110) = 66^{\circ}45'$	$67^{\circ}35'$	$67^{\circ}23'$
$(100):(001) \quad 67 \quad 30$	$67 \quad 22$	$67 \quad 0$
$(101):(100) \quad 79 \quad 35$	$80 \quad 57$	$80 \quad 25$
Schmelzpunkt: $52,7^{\circ}$	$85,9^{\circ}$	$67,0^{\circ}$
Spec. Gew. $1,458$ Jungfleisch	$2,220$ Schröder	—

Phenylpropionsäure. Von dieser Säure sind unvollständige Messungen von Fock bekannt (s. Ber. d. d. chem. Ges. 23, 148). Die neuen von Boeris ausgeführten Messungen geben folgende Resultate.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,6054:1:0,5552; \beta = 78^{\circ}47'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{320\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{111\}$, $\{001\}$.

	Zahl der Kanten:	Beobachtet:	Berechnet:
$(111):(100)$	4	$*64^{\circ}17'$	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	9	$*51 \quad 52$	—
$(100):(001)$	7	$*78 \quad 47$	—
$(111):(110)$	4	$52 \quad 57$	$53^{\circ}4'$
$(100):(110)$	4	$57 \quad 27$	$57 \quad 35$
$(100):(320)$	4	$46 \quad 17$	$46 \quad 24$
$(100):(120)$	6	$72 \quad 27$	$72 \quad 23$

Ref.: C. Riva.

4. C. Rimatori (in Cagliari): Ueber die Chabasite von Sardinien (Rendic. R. Accad. Lincei, Rom 1900, 9 (II), 146—151).

In der pegmatitischen Facies des Granitit von der Insel Maddalena an der Nordküste von Sardinien finden sich öfters kleine mangelhafte Krystalle und kleine Körner von gelbem, glänzendem Chabasit. Die begleitenden Mineralien sind folgende: hyacinthrother Granat, Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Epidot, Glimmer und noch einige Zeolithe, welche vom Verf. nicht bestimmt wurden¹⁾.

1) Bei einem Besuche der Insel Maddalena hat der Ref. in der pegmatitischen Facies des Granitit von Cala Francese und von Punta Teggie den Chabasit in ziemlich grosser Menge gefunden. Die Krystalle zeigen das Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$, und die ausgeführten Messungen stimmen mit denjenigen des Chabasit gut überein:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}104) = 85^{\circ}20' \text{ (beobachtet)} \quad 84^{\circ}14' \text{ (berechnet)}.$$

Die begleitenden Zeolithe wurden von dem Ref. als Stilbit und Laumontit bestimmt; sie sind aber viel seltener als der Chabasit. Ausser dem Granat und

Die chemische Zusammensetzung des Chabasit ist folgende:

SiO_2	48,66
Al_2O_3	18,32
Fe_2O_3	2,18
CaO	5,47
Na_2O	4,64
K_2O	1,56
H_2O	19,17
	<hr/> 100,00

Spec. Gew. ($24\frac{1}{2}^0$) 2,15.

Verf. vergleicht den untersuchten Chabasit mit demjenigen des Granulit von Striegau, und obgleich von diesem schon eine Analyse von Baerwald existirt, giebt Verf. eine neue Analyse desselben.

	Rimatori:	Baerwald:
SiO_2	48,54	48,90
Al_2O_3	16,44	17,31
Fe_2O_3	2,93	2,49
CaO	7,55	6,58
K_2O	3,46	2,97
Na_2O	0,11	0,55
H_2O	21,05	20,29
MgO	—	0,55
	<hr/> 100,08	<hr/> 99,64

Chabasit von Montresta. Das Mineral findet sich in grossen und wasserhellen Rhomboëdern in einem etwas verwitterten Tuff.

Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

SiO_2	47,96
Al_2O_3	22,51
CaO	6,27
Na_2O	Spur
K_2O	2,96
H_2O	19,68
	<hr/> 99,38

Spec. Gew. (22^0) = 2,10. H. = 4,5—5.

In Sardinien findet sich Chabasit auch in dem Basalt von Nurri und im Porphyrit von Capo Marargiu unweit Bosa.

Ref.: C. Riva.

5. G. Piolti (in Turin): Ueber das Vorkommen des Jadeit im Susathale (Atti della R. Accad. d. Sc. di Torino 1899, **34**, 600—608).

In dem Moränen-Material von Rivoli am Ausgange des Susathales (Piemont) wurde schon vor einigen Jahren vom Verf. ein Block von grasgrünem Jadeit

dem Epidot finden sich sehr kleine, tief rothbraune Krystalle von Titanit. Sie sind nach {111} säulenförmig. Unter den Feldspäthen, aus welchen die Pegmatite von Cala Francese hauptsächlich bestehen, sind der Mikroklinperthit und Mikroklinmikroperthit vorherrschend, manchmal in sehr grossen und gut ausgebildeten, rothen Krystallen, welche Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetze bilden. Die weissen Feldspäthe sind auf den Albit und die Oligoklas-Reihe zu beziehen.

gefunden, welcher ein Volum von ungefähr 400 ccm hatte und von einer dünnen Kruste von Kalkcarbonat bedeckt war. Anstehend wurde im Susathale bis jetzt kein Jadeit gefunden. Im frischen Bruche sieht man in der Jadeitmasse sehr feine weisse Glimmerblättchen und fein vertheilt Pyritkrystalle. Das spec. Gew. ist 3,407 (15°), etwas höher als dasjenige des gewöhnlichen Jadeits, vielleicht wegen des eingeschlossenen Pyrit. $H. = 7$. Leicht schmelzbar. Unter dem Mikroskope sieht man ein faseriges Gewebe, wasserhell oder trübe. Schwach pleochroitisch mit ziemlich starker Doppelbrechung und einer Auslöschungsschiefe zwischen 31° und 37°.

Die chemische Zusammensetzung des Jadeits ist folgende:

SiO_2	55,44
Al_2O_3	9,66
Fe_2O_3	7,55
Cr_2O_3	Spur
CaO	12,04
MgO	7,33
Na_2O	7,84
Glühverlust	0,33
	<hr/> 99,86

Diese Zusammensetzung steht derjenigen eines asiatischen Jadeit, welcher von Damour analysirt wurde, sehr nahe (s. diese Zeitschr. 6, 289 und auch 32, 623). Aus geologischen und paläoethnologischen Gründen, welche hier nicht Platz finden können, ist Verf. der Meinung, dass die aus Jadeit bestehenden prähistorischen Gegenstände, welche man in den Alpen findet, nicht aus asiatischem Material bestehen, sondern höchst wahrscheinlich aus localem Material angefertigt wurden.

Ref.: C. Riva.

6. G. Boeris (in Mailand): **Neue Beobachtungen über die Mineralien der Comba di Compare Robert bei Avigliana (Piemont)** (Atti della R. Accad. d. Sc. di Torino 1899, 34, 609—624. — Rivista di Mineralogia, Padova 1899, 23, 20—32).

In einer schon referirten Abhandlung (s. diese Zeitschr. 31, 397) beschrieb Verf. Epidotkrystalle, welche in Granatlinsen, die in Serpentin eingeschlossen sind, vorkamen. Von demselben Fundorte stammen die in dieser Arbeit beschriebenen Mineralien.

Ilmenit. In einigen kleinen Hohlräumen in Chlorit, welcher die Granatlinsen umhüllt, findet man, mit kleinen Nadeln von Tremolit und Rhombodekaidern von Magnetit, einige kleine, ziemlich gut messbare Ilmenitkrystalle, welche folgende Formen zeigen: {100}, {101}, {311}, {110}, {111}, vorherrschend {111}.

Diopsid. In einem mit Calcit erfüllten Hohlraume bedeckt dieses Mineral ein Gemenge von Diopsid und Granatkrystallen, welche von Chlorit und Titanit begleitet sind. Die Diopsidkrystalle sind gewöhnlich hellgrün, etwas trübe (2—3 mm, selten $\frac{1}{2}$ cm nach der Verticalaxe lang) und zeigen die Formen: {100}, {510}, {310}, {010}, {221}, {111}, {001}, {221}. Die Flächen der Pinakoide {100} und {010} sind gut entwickelt und zeigen eine Streifung parallel zu [(100): (010)]. Die Flächen von {221} zeigen eine Streifung nach der Kante [221: 110]. An einigen Krystallen ist {221} vorherrschend. Zwischen den grünen Krystallen findet man auch einige, welche tief grün gefärbt und durch-

sichtig sind und deren gewöhnliche Combination folgende ist: $\{100\}$ $\{010\}$ $\{111\}$ $\{101\}$ und $\{100\}$; $\{010\}$ vorherrschend. Die grüne Farbe solcher Krystalle ist tiefer an ihrer freien Endigung. Wenn die Krystalle mit $\{100\}$ oder $\{010\}$ aufgewachsen sind, so sind die beiden Enden durchsichtig und grün und die Mitte trübe weiss. In denselben Hohlräumen beobachtet man auch kleine farblose Diopsidkrystalle, welche in unregelmässiger Verwachsung auftreten. In den farblosen und hellgrünen Krystallen bildet auf $\{010\}$ die Axe der kleinsten Elasticität einen Winkel von 38° mit der Kante $[100:010]$. In den tief grün gefärbten Krystallen ist dieser Winkel 44° .

Titanit. In einem losen, vorherrschend aus Granat bestehenden Blocke wurde ein von Calcit cementirtes, inniges Gemenge von Chlorit, Titanit, Magnetit und Granat beobachtet. Die gut entwickelten Titanite zeigten die Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$. Zwillinge mit Zwillingaxe \perp zu $\{100\}$ sind nicht selten. Ein einziger Titanitkrystall, von farblosem Diopsid begleitet, war sehr flächenreich; ausser den schon genannten Formen waren noch folgende vorhanden: $\{102\}$, $\{112\}$, $\{212\}$.

Apatit. In demselben Blocke finden sich Apatitkrystalle mit folgenden Formen: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{30\bar{3}1\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}2\}$, $\{31\bar{4}1\}$, $\{21\bar{3}1\}$. Aus dem gemessenen Winkel $(01\bar{1}1):(0001) = 40^\circ 4'$ erhielt man: $a:c = 4:0,7284$.

Es ist bekannt, dass nach Pusyrewsky und Kokscharow in dem Apatit der Winkel $(10\bar{1}1):(0001)$ mit dem Zurücktreten von Chlor steigt. Hiernach wäre der beschriebene Apatit unter die an Chlor ärmeren Apatite zu stellen. (Der Winkel des Apatit von Achmatowsk, in welchem der Chlorgehalt $0,54\%$ beträgt, ist $40^\circ 6' 21''$). Der Verf. hatte zu wenig Material zur Verfügung zu einer genaueren Bestimmung des Chlors, aber nichtsdestoweniger kann man den Apatit von Comba di Compare Robert neben den Apatit der ähnlichen Lagerstätten von Achmatowsk, Rothenkopf und Alathal stellen.

Granat. Verf. erwähnt einige honiggelb gefärbte Krystalle, welche ausser $\{110\}$ und $\{211\}$ auch $\{332\}$ zeigen.

Ref.: C. Riva.

7. G. Spezia (in Turin): Ueber eine Ablagerung von Quarz und gelatinöser Kieselsäure im Simplontunnel (Atti R. Accad. di Torino, 1899, 34, 705—713).

Im Simplontunnel wurde ungefähr 300 m vom italienischen Eingange im Gneiss eine 40 cm breite Spalte getroffen; diese ist von einer weissen und nassen Masse erfüllt, welche aus gelatinöser Kieselsäure, mit sehr feinen Quarzkrystallen vermischt, besteht und ihrem äusseren Aussehen nach mit Vaseline verglichen werden kann. Die Quarzkrystalle sind so klein, dass, wenn man die Substanz in Wasser schüttet, sie 45 Minuten stehen lässt, und dann einen Tropfen des oberen Theiles der Lösung untersucht, man noch eine grosse Menge Kryställchen darin beobachtet. Auch nach längerem Stehenlassen sieht man immer noch, mit starker Vergrösserung, in der opalisirenden Lösung sehr kleine Klümpchen, welche aus ausserordentlich kleinen Quarzkrystallen, mit einer gelatinösen Substanz vermischt, bestehen. Nach der Entfernung der gelatinösen Kieselsäure mittelst zahlreicher Decantationen bleibt ein heller Rückstand, welcher hauptsächlich aus Quarzkrystallen (selten von mehr als 0,5 mm Länge) besteht, zusammen mit farblosen oder hellgelben Rhomboëdern von einer Varietät des Ankerit, welche kleiner als 1 mm sind. In diesen Rhomboëdern sind ein-

geschlossene Quarzkrystalle mit etwas gelatinöser Kieselsäure zahlreich. Es scheint also, dass die letztere als Attractionscentrum für die Entstehung der Ankerit rhomboëder gewirkt hat. Diese Rhomboëder, deren Flächen etwas gekrümmt sind, haben folgende Zusammensetzung:

$CaCO_3$	59,55
$MgCO_3$	20,90
$FeCO_3$	49,55
	<hr/> 100,00

In dem Rückstande der Lösung in Salzsäure wurden auch einige Krystalle von Pyrit und, sehr selten, einige hell grünlichgelbe Glimmerblättchen beobachtet.

Die Quarzkryställchen haben spindelförmige Gestalt; die Prismenflächen sind sehr gestreift, dagegen die Rhomboëderflächen sehr glänzend, mit scharfen Kanten. Die Substanz, welche die Spalte erfüllt, besteht also hauptsächlich aus Kieselsäure. Nach der Behandlung mit HFl bleibt ein sehr kleiner Rückstand, in welchem Ca , Fe , Mg und mit dem Spectroskope auch K und Li nachgewiesen wurde. 8,071 g der Substanz, nachdem dieselbe 54 Stunden in der Luft gestanden war, hatten einen Verlust von 1,472 g, und nach acht Stunden bei 100^0 beträgt der Verlust 3,878 g. Im Rückstande ist der Verlust bei Rothgluth ungefähr 4,4 0/0. Der Gehalt an SiO_2 beträgt 93 0/0. Diese gelatinöse Kieselsäure ist in warmem Kaliumhydrat sehr wenig löslich, und der unlösliche, von den kleinen Quarzkrystallen vollständig befreite Theil ist auch in HCl und in concentrirter warmer H_2SO_4 ganz unlöslich; seine Zusammensetzung ist folgende: SiO_2 57,53 0/0, Al_2O_3 mit Spuren von Eisenoxyden 38,02; der Rest von 4,45 0/0 besteht aus einer kleinen Menge von CaO und MgO .

Diese gelatinöse Substanz wird demnach vom Verf. als eine mechanische Mischung (und nicht chemische Verbindung) von Kieselsäurehydrat mit Thonerdehydrat, beide in gelatinösem Zustande, betrachtet¹⁾. Es ist bekannt, dass die gelatinöse Thonerde nach längerer Ruhe im Wasser der Wirkung der Säuren und Alkalien widersteht. Was das Unlöslichwerden der gelatinösen Kieselsäure in Alkalien anbetrifft, so führen die Versuche des Verf. auf die Annahme, dass dieses von der Zeitdauer abhängig ist. Frisch dargestellte gelatinöse Kieselsäure löst sich sofort in Kalihydrat; dagegen eine gleiche Menge, welche 7—8 Jahre hindurch in Wasser gehalten wurde, ist in Kalihydrat bei gewöhnlicher Temperatur erst nach einer Stunde löslich. Die Kieselsäure aus dem Simplontunnel bleibt dagegen ganz unlöslich, auch bei langem Aufkochen mit Kalihydrat. Verf. meint daher, dass diese gelatinöse Substanz nur ein Stadium der Umbildung von Kieselsäurehydrat in Quarz darstelle. Vielleicht ist diese Umbildung nicht ganz unabhängig von dem Vorhandensein des Thonerdehydrates.

Ref.: C. Riva.

S. L. Bombicci (in Bologna): Die interessanten Anomalien (Dissymmetrien und Verschiebungen) der wunderbaren Schwefelkrystalle von der Grube Cà-Bernardi. — Vergleichen mit den Anomalien und helicoidalen Distorsionen der Quarzkrystalle von Porretta. — Die Tschermak'sche Hypothese über die Krümmung der paraboloidalen Quarzplatten. — Einwürfe gegen diese Hypothese. — Erklärung des Verf. für die erwähnte Krümmung

¹⁾ S. auch diese Zeitschr. 30, 653.

(Memorie R. Acc. delle Science dell' Istituto di Bologna 1898—99, 7 (V), 472—520).

Derselbe: Neue Beobachtungen über die Wahrscheinlichkeit, dass einige Anomalien der Krystallformen eine Folge dauernder Bewegungen in natürlichen krystallogenetischen Räumen sind (Ebenda 762—780).

In der Schwefelgrube Cà-Bernardi bei Bellisio (Marche) finden sich wunderschöne Schwefelkrystalle, welche die Formen $\{001\}$ $\{111\}$ $\{113\}$ $\{011\}$ mit vorherrschendem $\{113\}$ zeigen. Die sehr verschiedenartigen Anomalien in der äusseren Gestalt solcher Krystalle und ihre Verwachsungen werden in sehr zahlreichen Figuren abgebildet. Oefters sind die Krystalle von einem nach $\{001\}$ tafelförmigen sehr dünnen Krystalle durchschnitten, welcher \perp zur $[z]$ -Axe steht, und zwar handelt es sich hier nicht um eine Zwillingbildung, sondern um eine parallele Verwachsung. Es geschieht sehr häufig, dass die beiden Theile des durchschnittenen Krystalles etwas gegen einander verschoben sind, als ob eine Gleitung der einen Hälfte gegen die andere stattgefunden hätte. Die beiden Theile bleiben aber immer in paralleler Stellung. Manchmal beobachtet man diese Erscheinung auch da, wo kein dünn tafelförmiger Zwischenkrystall vorhanden ist.

Da solche Gestalten sich in einer sehr grossen Anzahl von Exemplaren wiederholen, so meint der Verf., dass dies nicht eine zufällige Erscheinung, sondern die Ursache derselben eine ihnen gemeinsame sei, und dass sie in den Bedingungen der Materialbewegung innerhalb des Raumes, in welchem die Krystalle sich bildeten, zu suchen sei. Damit unterstützt Verf. seine schon wiederholt ausgesprochene Meinung, dass es Lagerstätten von krystallisirten Mineralien giebt, wo eine grosse Anzahl von Krystallen vorkommen, welche einen bestimmten Typus von Distorsion oder eine besondere Structuranomalie zeigen. Mit Hülfe von zahlreichen Abbildungen vergleicht Verf. die oben beschriebenen Formenanomalien mit denjenigen des Quarzes von Porretta und von Göschenen, welche nach ihm der gleichen Ursache zuzuschreiben sind. Die Unregelmässigkeiten in der Form des Quarzes von Porretta wurden schon vom Verf. in mehreren Abhandlungen beschrieben (1874, 1874, 1892). Es ist bekannt, dass Tschermak die Krümmung der Bergkrystalle durch die Annahme von wiederholter Zwillingbildung erklärt (s. diese Zeitschr. 27, 517). Der Verf. bekämpft diese Meinung und macht die Mineralogen aufmerksam auf seine Hypothese, welche hier kurz referirt wird. Die zahlreichen Anomalien der Krystallform von Schwefel sowie von Quarz stören nicht die vollständige ununterbrochene Homogenität der inneren Structur. Ihre Ursache ist nicht eine wiederholte und verschiedene Zwillingbildung, sondern sie ist in sehr lange dauernden und langsamen Bewegungen der krystallogenetischen Räume, und auch in der in solchen Räumen stattfindenden Fortpflanzung von »Wellen von molekularer Polarität« zu suchen. Die Anomalien der Formen kann man sich vorstellen als die Resultante von Kräften, welche die Orientirung der Krystallmoleküle in den Räumen, welche später von Krystallen erfüllt wurden, bewirken, und von solchen, welche in dem Raume selbst, wo die Krystallisation stattfindet, wirken. Die letzteren Wirkungen können verschiedene Ursachen haben: chemische Reactionen, Circulation von thermalen Wassern, Variabilität der Temperatur, elektrische oder magnetische Ströme, aber vor allem stehen sie in Beziehung zu den häufigen Bewegungen der Gesteine, in welchen die Krystallisationsräume sich finden.

Die hyperbolischen, helicoidalen oder paraboloidalen Curven der in verschie-

dener Weise gebogenen Bergkrystalle von Porretta sind, nach des Verf. Meinung, die Resultante der Bewegung der Iso-orientation der Moleküle, welche den Krystall bilden, und der Stoss-(Druck-)bewegungen oder Verschiebungen der Räume, in welchen die Krystalle gebildet wurden. Solche dynamische, in dem Raume wirkende Kräfte haben eine directe Wirkung auf die wässerigen oder gelatinösen Substanzen, welche in directem Contact und in genetischer Beziehung mit in Bildung begriffenen Krystallen sind.

Es handelt sich also nicht um Kräfte, welche auf die schon fest und starr gewordenen Krystalle nach der Vollendung ihrer Bildung wirken, sondern es sind fortdauernde und aufeinanderfolgende Veränderungen der Richtung der Vereinigung der Krystallmoleküle während der Krystallbildung, welche die gekrümmte Gestalt der Krystalle verursachen. Diese Bewegungen bei der Vereinigung der Krystallmoleküle müssen aber nicht nur mit äusserlichen und variablen mechanischen Wirkungen in Beziehung sein; in diesen Fällen könnten nicht gebogene Krystalle entstehen, welche zu einem helicoidalen oder parabolidalen geometrischen Typus zu rechnen wären. Wenn man aber die Orientirungskraft der Krystallmoleküle mit in Betracht zieht, so muss die Richtung der Bewegung solcher Moleküle die resultirende der beiden Kräfte sein. Die Curven der Biegungen, welche in dieser Weise entstehen, sind desto näher bestimmten geometrischen Curven, je mehr die Orientationskraft über die äusseren Kräfte, welche nur gemäss dem Raume wirken, überwiegt. Die helicoidalen Biegungen in Quarz, in rhomboëdrischen Carbonaten oder in anderen Mineralien erklären sich nach dem Verf. durch die Annahme sehr langsamer und lange dauernder Verschiebungen, die gleichzeitig mit den molekulären Kräften, welche den Krystall bilden, wirken. Für den speciellen Fall des Quarzes betrachtet der Verf. das gelatinöse Stadium der Kieselsäure als sehr geeignet für die Fortpflanzung der Molekularbewegungen und der äusseren Kräfte, welche eine Wirkung auf die definitive Krystallform ausüben, und weist zu Gunsten seiner Hypothese auf die vor Kurzem entdeckte gelatinöse Kieselsäure im Simplontunnel hin, welche nach Spézia's Untersuchungen (s. das vor. Ref.) ein Beispiel für die Umwandlung von Kieselsäurehydrat in Quarz zu sein scheint.

Ref.: C. Riva.

9. L. Bombicci (in Bologna): **Ueber Cubosilicite** (Memorie delle R. Accad. delle Sc. dell' Istituto di Bologna 1889—1900, 8 (V), 67—84).

Der altbekannte und in allen Sammlungen vorhandene blaue Calcedon von Tresztja im District Altenburg, Siebenbürgen, welcher auch Saphirin genannt wird, zeigt auf seiner Oberfläche Drusen von schönen und zahlreichen Hexaëdern. Es ist allgemein angenommen, diese hexaëdrischen Formen als Pseudomorphosen nach Fluorit zu erklären. Nach sorgfältigen Beobachtungen an zahlreichen und schönen Saphirinexemplaren, welche die Sammlung von Bologna besitzt, und auch nach Erkundigungen in verschiedenen anderen Sammlungen und bei Mineralienhändlern hat Verf. die Sicherheit bekommen, dass nie mit dem hexaëdrischen Saphirin noch der Fluorit zu sehen sei. Die Krystalle erinnern in Wirklichkeit gar nicht an die Hexaëder des Flussspath, sondern sind nach ihrer Oberflächenbeschaffenheit anderen hexaëdrischen mimetischen Species, wie Boleit, Hauerit, Pharmakosiderit, Melanophlogit u. s. w. viel ähnlicher. Abgesehen von der Farbe kann man ein Hexaëder von Melanophlogit von Giona mit einem Hexaëder von Saphirin (Cubosilicite) von Tresztja verwechseln. Nach der äusseren Beschaffenheit erinnern die letzteren auch an die würfelähnlichen Rhomboëder des Calcit von Montecatini und des Miemit von Monte Amiata, sowie an

einige Siderite. Auch die Lagerstätte des blauen Calcedon von Tresztya, welcher in Adern und in Geoden im Andesit oder im Rhyolith sich findet, spricht gegen das ursprüngliche Vorhandensein des Flussspathes. Verf. bemerkt, dass, wenn man die verschiedenen Arten Kieselsäure, wie Tridymit, Melanophlogit, Sulphoricin, Cristobalit und auch Lutecit und Lussatit, betrachtet, auch die Existenz einer hexaëdrischen Form nicht auffallend wäre. Die Mischungen von SiO_2 mit Kieselsäurehydrat, besonders wenn auch Spuren von Kohlenwasserstoffen, wie im Cubosilicite, vorhanden sind, ist nach dem Verf. ein genügender Grund für den Uebergang des rhomboëdrischen Typus in den hexaëdrischen. Diese fremden Substanzen, welche in der Kieselsäure sehr verbreitet sind, wirken nach dem Verf. in hohem Grade auf die Molekularanordnung und erklären die verschiedenen Formen, in welchen dieselben krystallisiren.

Hiernach wären die blauen Calcedonwürfel von Tresztya nicht Pseudomorphosen, sondern wirkliche Autokrystallisationen; mit anderen Worten, es kann das Kieselsäurehydrat in hexaëdrischen Formen, wie der Melanophlogit, der Cristobalit und der Sulphoricin krystallisiren. Für diese neue Art der Kieselsäure schlägt der Verf. den Namen Cubosilicite vor und giebt als Definition desselben die folgende: Cubosilicite ist quarzitisches Kieselsäure, mit einer geringen Beimischung von Hyalit und mit dem Aussehen eines Calcedons von blauer Farbe, aber in wirklichen und makroskopischen mimetischen Würfeln krystallisirend. Seine Härte ist etwas geringer als diejenige des Quarzes und höher als die des hyalitischen Halbopals. Spec. Gew. = 2,571 bis 2,594; senkrecht zur Oberfläche fasriger Bruch. Glanz glasig oder etwas fettartig. Findet sich in Lagen oder als Ausfüllung in verschiedenartigen Spalten, in andesitischen oder rhyolithischen Gesteinen und auch in verkieseltem Holze.

Der Gewichtsverlust beim Erhitzen von 8,0232 g war nach den Beobachtungen von G. d'Achiardi folgender:

80°— 90°	nach 2	Stunden	0,0729
80°— 90°	-	-	0,0000
130°—140°	-	-	0,0000
250°—260°	-	-	0,1700
250°—260°	-	-	0,0000
310°—320°	-	-	0,0000
Glühverlust	-	$\frac{1}{2}$	0,4859
-	-	-	0,0729
-	-	-	0,0000
			<hr/> 0,8017

Die Discontinuitäten zwischen 90° und 140°, sowie zwischen 260° und 320° lassen vielleicht hygroskopisches und Krystallisationswasser unterscheiden, während der letzte Gewichtsverlust vielleicht aus Molekularwasser des Hyalit und zum kleinen Theil aus organischer Substanz besteht. Jedenfalls ist aber der Hauptbestandtheil des Cubosilicite wasserfreie Kieselsäure, wie im Melanophlogite.

Ausser dem Cubosilicite von Tresztya beschreibt der Verf. Kieselsäurewürfel, welche in einer Art Geoden in einem silificirten Holzstamme (Genus Pinus) bei Olmo di Castelluccio di Capugnano, nicht weit von den Bädern von Porretta, gefunden wurden. Diese Würfel sind identisch mit dem Cubosilicite von Tresztya, und die Art des Vorkommens im angeschwemmten Boden schliesst die Möglichkeit von Pseudomorphosen aus.

Ref.: C. Riva.

10. E. Scacchi (in Neapel): **Neue Beobachtungen über Haueritkrystalle von Sicilien** (Rendic. R. Acc. delle Scienze fisiche e matem. di Napoli 1899, III, 5, 164—165).

In dieser kurzen und vorläufigen Notiz theilt der Verf. mit, dass nach seinen neuen Beobachtungen der Hauerit der tetartoëdrischen Klasse des regulären Systems und nicht der dodekaëdrischen, wie man gewöhnlich annimmt, zuzurechnen sei.

Auch der Ullmannit scheint tetartoëdrisch zu sein. In der That zeigen die Ullmannitkrystalle von Lölling in Kärnten tetraëdrischen Charakter, während der sardinische Ullmannit (Sarrabus) dodekaëdrische Symmetrie zeigt. In dieser Weise bleibt die Isomorphie zwischen Hauerit und Ullmannit bewahrt.

Ref.: C. Riva.

11. E. Artini (in Mailand): **Ueber den Leadhillit von Sardinien** (Rendic. R. Istituto Lombardo di Sc. e lett., Milano 1899, 1048—1050; und auch Rivista di mineral., Padua 1899, 23, 33—35).

Es ist fast allgemein angenommen, dass im Leadhillit, obgleich derselbe monoklin, die erste Mittellinie senkrecht zur Basis ist. Diese Thatsache gründet sich auf eine Bestimmung von Laspeyres (N. Jahrb. 1872, 508). Nach genaueren Messungen des Verfs. bildet jedoch die erste Mittellinie mit der Normalen zu {001} (der Spaltfläche) einen scheinbaren Winkel in Luft von ungefähr 4° , d. h. einen Winkel von $5\frac{1}{2}^{\circ}$ mit der Axe $[x]$ im spitzen Winkel β .

Die Messungen wurden an drei Spaltflächen von Krystallen von S. Giovanni und Malacalzetta ausgeführt:

						Grenzen:
1.	Spaltfläche	=	$4^{\circ} 5'$	(Mittel von 6 Ablesungen)	$3^{\circ} 55' - 4^{\circ} 22'$	(Na)
2.	-	=	3 58	- - - -	3 44 — 4 8	-
3.	-	=	4 4	- - - -	3 46 — 4 20	-

Dispersion nicht wahrnehmbar. In einer anderen Arbeit über Leadhillit (siehe diese Zeitschr. 20, 588) hatte Verf. bewiesen, dass die Zwillingbildung bei diesem Mineral nicht nach {110} und {130}, sondern nach der Kante [110] stattfindet, und hat auch genauere Axenverhältnisse berechnet, als diejenigen von Laspeyres. Es ist daher auffallend, wie der Verf. selbst bemerkt, dass ausser in »Tabellarische Uebersicht der Mineralien« von Groth, in allen anderen Lehrbüchern der Mineralogie die Resultate des Verfs. nicht berücksichtigt wurden.

Ref.: C. Riva.

12. G. Boeris (in Mailand): **Ueber den Tridymit von San Pietro Montagnon in den Euganeen** (Atti Società Ital. di Sc. Nat., Milano 1899, 38, 17—32. — Rivista di Mineralogia, Padua 1899, 22, 66—80).

Die schönen Tridymitkrystalle, welche man im Trachyt von San Pietro Montagnon findet, sind, wie jener von anderen schon bekannten Fundorten in den Euganeen, ganz in Quarz umgewandelt.

Einfache Krystalle sind sehr selten und erscheinen zuweilen als Tafeln von mehreren Millimetern Durchmesser und ungefähr 1 mm Dicke; gewöhnlich sind sie aber viel kleiner. Sie sind aufgewachsen nach einer secundären Symmetriexaxe. Die beobachteten Formen sind folgende: $c\{0001\}$, $a\{10\bar{1}0\}$, $b\{11\bar{2}0\}$, $p\{10\bar{1}1\}$, $s\{1013\}$. Das Pinakoid und das Prisma $\{10\bar{1}0\}$ sind an allen

Krystallen vorhanden, ebenso die Bipyramiden $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}3\}$. An den Zwillingen sind die Flächen von $\{10\bar{1}3\}$ häufiger als diejenigen von $\{10\bar{1}0\}$ und $\{10\bar{1}1\}$, und das Prisma $\{11\bar{2}0\}$ ist am häufigsten vorhanden an den Zwillingen und Drillingen. Die glänzendsten und bestausgebildeten Flächen sind diejenigen von $\{0001\}$, im Gegensatz zu dem mexicanischen Tridymit, an welchem nach vom Rath das Pinakoid immer schlechte Flächenbeschaffenheit zeigt. Die Flächen von $\{10\bar{1}0\}$ zeigen eine Streifung parallel den Kanten $(10\bar{1}0):(0001)$ und gestatten keine genaueren Messungen. Die Flächen von $\{11\bar{2}0\}$ geben keine Reflexe.

Die Messungen gaben folgende Resultate:

	Zahl der Kanten:	Gemessen (Grenzen):	Mittel:	Berechnet:
$a : a = (10\bar{1}0) : (01\bar{1}0)$	13	$59^0 43' - 60^0 4'$	$59^0 56'$	$60^0 0'$
$a : c = (10\bar{1}0) : (0001)$	9	$89 53 - 90 5$	$90 0$	$90 0$
$p : c = (10\bar{1}1) : (0001)$	17	$62 16 - 62 38$	$*62 23$	—
$s : c = (10\bar{1}3) : (0001)$	6	$32 20 - 32 41$	$32 32$	$32 30$

Aus dem Winkel $(10\bar{1}1) : (0001) = 62^0 23'$ erhält man:

$$a : c = 4 : 4,65538.$$

Zwillinge und Drillinge nach $\{10\bar{1}6\}$. Contactzwillinge nach $\{10\bar{1}6\}$ sind nicht so zahlreich, wie Durchkreuzungszwillinge nach demselben Gesetze.

Sie werden von sehr kleinen und einfachen Krystallen gebildet; zwei Flächen von $b\{11\bar{2}0\}$ beider Individuen liegen in derselben Ebene. In den Penetrationszwillingen fallen zwei Flächen der Bipyramide $s\{10\bar{1}3\}$ zusammen, und die Contactflächen sind gewöhnlich viel breiter, als die anderen Flächen derselben Form, welche nicht zusammenfallen. Alle Zwillinge und Drillinge sind nach der binären Axe, welche parallel der Zwillingschene ist, verlängert und auf dem Gestein mit einem Ende derselben Axe aufgewachsen, daher keine Krystalle vorkommen, welche an beiden Enden derselben ausgebildet sind. Fig. 4 zeigt eine sehr gewöhnliche Ausbildung der Penetrationsdrillinge. Bemerkenswerth sind einige Drillinge, welche in Fig. 2 abgebildet sind.

Die Zwillingschene zwischen I und III und diejenige zwischen I und II sind nicht parallel derselben Axe; die

Fig. 4.

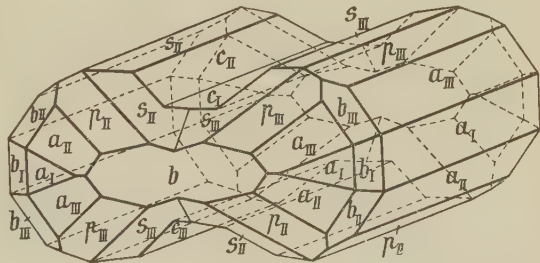
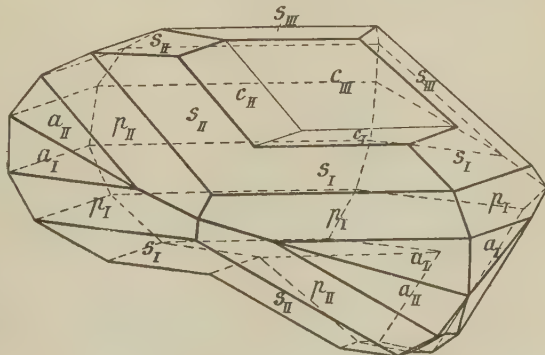


Fig. 2.



pinakoidalen Flächen der drei Individuen begrenzen einen dreieckigen Raum, welcher sehr gut bemerkbar und charakteristisch für solche Drillinge ist.

Polysynthetische Zwillinge nach $\{10\bar{1}6\}$. Sie sind nicht weniger häufig als die soeben beschriebenen Zwillinge und Drillinge. Die Fig. 3 zeigt eine

Fig. 3.

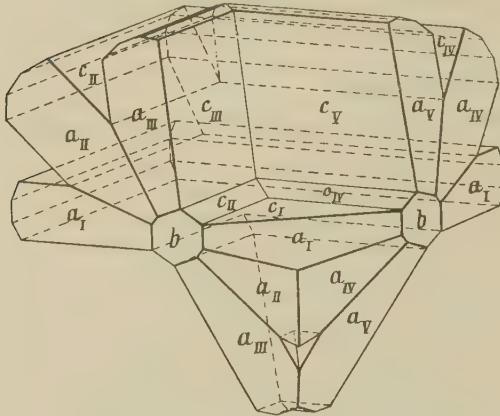
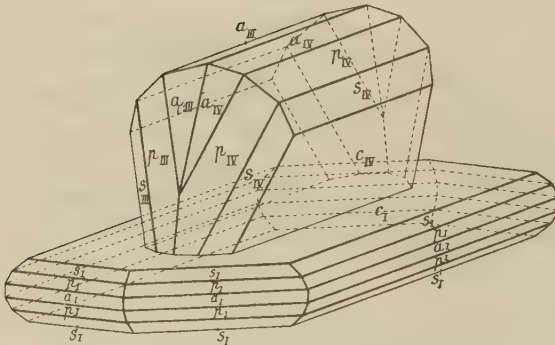


Fig. 4.



Gruppe, welche aus fünf Individuen besteht. Ein Vierling nach $\{10\bar{1}6\}$ ist in Fig. 4 abgebildet. An diesem wurde gemessen:

$$\begin{aligned} c_I : c_{III} &= 109^{\circ} 12' \\ c_I : c_{IV} &= 105^{\circ} 52' \end{aligned}$$

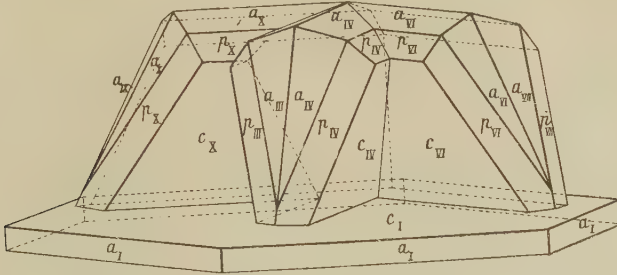
Die Contactebene zwischen III und IV macht also einen Winkel von $88^{\circ} 28'$ mit dem nach $c\{0001\}$ tafelförmigen Krystalle I. Solche Gruppen, welche nicht sehr selten sind, erklärt Verf. in folgender Weise: Der oben gegebene Winkel von $109^{\circ} 12'$ ist das Supplement von $70^{\circ} 48'$. Dieser Werth ist aber sehr nahe $70^{\circ} 40'$, d. h. dem Winkel zwischen den Flächen c der beiden äusseren Krystalle eines Drillings nach $\{10\bar{1}6\}$. Man muss also annehmen, dass zwischen I und III ein weiterer, aber sehr kleiner Krystall eingeschaltet sei, welcher mit I und III nach Flächen der Form $\{10\bar{1}6\}$ in Contact

steht. An Krystall III und im Winkel $c_I : c_{III}$ tritt nun nach einer Fläche von $\{10\bar{1}6\}$ ein viertes Individuum hinzu, welches die Fläche $\{0001\}$ von III, welche einen Winkel von $70^{\circ} 40'$ mit $\{0001\}$ I machen würde, ganz bedeckt, und dessen Vorhandensein vielleicht bewirkt, dass der zwischen I und III eingeschaltete Krystall II in dem Winkel $c_I : c_{IV}$ nicht sichtbar wird. Nicht immer aber bedeckt der Krystall IV vollständig die Fläche c_{III} ; manchmal sieht man im Winkel $c_I : c_{IV}$ und in dessen Zone eine scharfe Fläche, welche mit c_{IV} einen Winkel von $35^{\circ} 18'$ (berechneter Winkel $c : \bar{c}$ der Contactzwillinge nach $\{10\bar{1}6\} = 35^{\circ} 20'$) und mit c_I einen Winkel von $70^{\circ} 33'$ macht. Es ist auch zu bemerken, dass $105^{\circ} 52'$ sehr nahe dem theoretischen Werthe von 106° steht, welcher dem Winkel zwischen den Basisflächen der Krystalle I und IV bei wiederholter Zwillingsverwachsung nach $\{10\bar{1}6\}$ entspricht.

Die in Fig. 5 dargestellten polysynthetischen Verwachsungen sind aufzufassen als bestehend aus drei Gruppen, wie diejenige der Fig. 4, welche auf

einem tafelförmigen Krystalle nach drei Richtungen, die den drei binären Axen des letzteren entsprechen, aufgewachsen sind. Es handelt sich also um zehn

Fig. 5.



Individuen. An solchen Verwachsungen wurden folgende Messungen ausgeführt:

	Gemessen:	Berechnet:
$c_I : c_{III}$	$109^0 20'$	$109^0 20'$
$c_I : c_{IV}$	$105 \ 36$	$106 \ 0$
$c_I : c_{VI}$	$109 \ 25$	—
$c_I : c_{VII}$	$106 \ 2$	—
$c_I : c_{IX}$	$109 \ 17$	—

Fig. 6.

Eine andere interessante Verwachsung nach demselben Zwillingsgesetze ist in der Fig. 6 abgebildet. Der tafelförmige Krystall I ist sehr reduciert, und die drei Gruppen setzen sich auch unter demselben fort. Die ganze Gruppe besteht aus zehn Individuen und ist also symmetrisch nach einer Ebene und nach einer Axe senkrecht zu dieser Ebene.

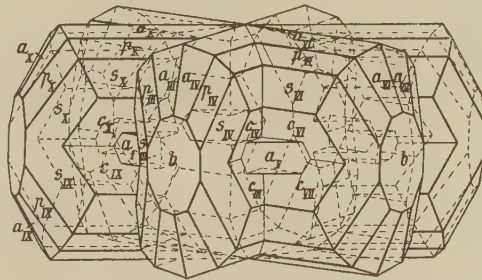
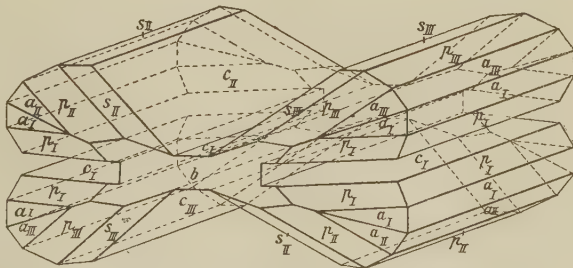


Fig. 7.



Zwillingungsverwachsungen nach $\{30\bar{3}4\}$. Einfache Zwillinge, in welcher die Rotationsaxe die Normale zu einer Fläche von $\{30\bar{3}4\}$, wie diejenigen, welche vom Rath beschrieben hat, wurden in den Euganeen vom Verf. nicht beobachtet. Auch nicht besonders häufig sind die Zwillinge, welche mit den-

jenigen, die von vom Rath als nach zwei Gesetzen ($\{40\bar{1}6\}$ und $\{30\bar{3}4\}$) erklärt wurden, übereinstimmen. Dagegen sind in den Euganeen häufig Zwillinge, welche das Aussehen der Fig. 7 haben. Die Messungen an solchen Krystallen haben folgende Resultate gegeben:

Gruppe:	$c_{III} : c_I$	$c_I : c_{II}$	$c_{II} : c_{III}$	$c_{III} : c_I$	$c_I : c_{II}$	$c_{II} : c_{III}$
I	$34^0 55'$	$34^0 59'$	$109^0 49'$	$35^0 4'$	$35^0 15'$	$109^0 58'$
II	$34 40$	$35 10$	$110 1$	$35 14$	$35 1$	$109 52$
III	$34 45$	$34 47$	$109 53$	$34 47$	$35 28$	$109 36$
IV	$34 52$	$35 0$	$109 53$	$35 15$	$35 6$	$109 44$
V	$34 37$	$35 12$	$110 16$	$35 20$	$35 30$	$109 42$
VI	$34 46$	$35 17$	$109 33$	$35 4$	$35 48$	$109 8$
VII	$35 10$	$35 10$	$109 33$	$35 10$	$35 10$	$109 45$

Nach den angegebenen Werthen können solche Zwillinge als gewöhnliche Penetrationsdrillinge nach $\{10\bar{1}6\}$ erklärt werden, von welchen das mittlere Individuum aus zwei Lamellen in Parallelstellung zusammengesetzt ist. Diese Lamellen stehen nur in ihrem mittleren Theile in Verbindung, in der Weise, dass der Krystall seitlich rechts und links mehr oder weniger tiefe Einschnitte zeigt. Für eine Verwachsung nach zwei Gesetzen, nach $\{10\bar{1}6\}$ und $\{3034\}$, stimmen die theoretischen Winkelwerthe, welche in diesem Falle nöthig wären, mit den gemessenen Winkeln nicht ganz überein. Doch müsste man sehr gut messbare Krystalle haben, um diese Frage in sicherer Weise lösen zu können.

Ref.: C. Riva.

13. G. Boeris (in Mailand): **Ueber eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit der Krystallform einiger organischer Verbindungen** (Atti Società Ital. di Sc. Natur., Milano 1900, **39**, 111—123; — s. auch in Bruni e Ciamician, »Soluzioni solide e miscele isomorfe fra i composti a catena aperta saturi e non saturi«, Rendic. Lincei 1899, **8**, I, 575—576 und Gazz. Chimica Ital. 1899, **29**, 149; und in Garelli e Calzolari, »Sul comportamento crioscopico di sostanze aventi costituzione simile a quella del solvente; Rendic. Lincei 1899, **8**, I, 585 und Gazz. Chimica Ital. 1899, **29**, 2, 258—284. Für Tolan s. auch Rendic. R. Acc. Lincei 1900, **9**, 1, 382—383).

Die untersuchten Substanzen sind folgende: Dibenzil, Stilben, Tolan und Azobenzol. Dieselben zeigen auffallende krystallographische Aehnlichkeiten, was schon aus den chemischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen dieser Körper sich vermuthen lässt. Es wird dadurch die Meinung unterstützt, dass zwischen Krystallform und Mischbarkeit im festen Zustande Beziehungen vorhanden sind.

Ueber Dibenzil sind schon einige Beobachtungen von Sella bekannt (Ann. Chem. Pharm. **121**, 252; Compt. Rend. 1862, **53**, 543). Auch vom Rath (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1872, **5**, 623) und später von Lasaulx (Liebig's Annalen 1886, **235**, 155) haben diesen Körper krystallographisch und optisch untersucht. Ueber Stilben existiren Untersuchungen von vom Rath (s. oben), und über Azobenzol kennt man Beobachtungen von Marignac (Mém. Soc. Phys. de Genève 1855, **14**, 1, 285) und Calderon (s. diese Zeitschr. 1880, **4**, 234), aber die Untersuchungen dieser Forscher stimmen nicht immer vollkommen überein.

1. Dibenzil $C_6H_5-CH_2-CH_2-C_6H_5$.

Die besten Krystalle erhält man aus Aether und Essigäther.

Krystallsystem: $\bar{2}$ Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,0806 : 1 : 1,2522; \quad \beta = 115^0 54'.$$

Beobachtete Formen: $\{400\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{201\}$. $\{110\}$ ist

selten und nur mit sehr kleinen Flächen vorhanden. Dagegen sind an Krystallen aus Aceton die Flächen von $\{110\}$ viel breiter als diejenigen von $\{\bar{1}11\}$. Die Formen $\{001\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{\bar{1}11\}$ zeigen ungefähr die gleiche Ausdehnung.

	Zahl der Kanten:	Beobachtet:	Berechnet:
$(001) : (\bar{1}11)$	3	$*59^0 28'$	—
$(11\bar{1}) : (100)$	6	$*83 \ 28$	—
$(\bar{1}11) : (\bar{1}1\bar{1})$	4	$*78 \ 9$	—
$(110) : (\bar{1}10)$	4	56 40	$56^0 44'$
$(100) : (001)$	4	63 50	64 6
$(001) : (\bar{2}01)$	4	66 30	66 24
$(001) : (110)$	2	77 59	78 7
$(\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	3	57 4	56 56
$(\bar{1}11) : (110)$	4	50 55	50 52
$(110) : (20\bar{1})$	4	74 54	74 42

Die Krystalle sind gewöhnlich weiss und halbdurchsichtig; nur ausnahmsweise sind die kleineren ganz durchsichtig.

Optische Axenebene \parallel zur Symmetrieebene. Auf $\{001\}$ und $\{\bar{2}01\}$ tritt je eine Axe aus. Die erste Mittellinie ist ungefähr \parallel der Kante $[101]$.

Aus den Winkeln von vom Rath und unter Beibehaltung der Orientirung des Verfs. erhält man:

$$a : b : c = 2,0753 : 1 : 1,2684; \beta = 115^0 42'.$$

$$(\bar{2}01) : (\bar{1}11) = 57^0 10', \quad (001) : (\bar{1}11) = 59^0 55', \quad (\bar{1}11) : (11\bar{1}) = 77^0 34'.$$

In den von vom Rath berechneten Axenverhältnisse

$$a : b : c = 1,2703 : 1 : 1,9158; \beta = 101^0 33'$$

befinden sich einige Fehler, und dieselben müssen wie folgt verbessert werden:

$$a : b : c = 1,2684 : 1 : 1,9061; \beta = 101^0 9',$$

ferner:

	vom Rath ber.:	Boeris' Correction:
$(101) : (10\bar{1})$	$= 66^0 40'$	$66^0 54'$
$(101) : (001)$	48 37	48 48
$(\bar{1}01) : (001)$	64 43	64 48

2. Stilben $C_6H_5-CH=CH-C_6H_5$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,1704 : 1 : 1,4003; \beta = 114^0 6'.$$

Krystalle farblos und durchsichtig.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{\bar{4}03\}$.

	Zahl der Kanten:	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (\bar{1}10)$	9	$*53^0 34'$	—
$(001) : (110)$	15	$*79 \ 24$	—
$(110) : (20\bar{1})$	12	$*74 \ 45$	—
$(100) : (001)$	12	65 55	$65^0 54'$
$(001) : (\bar{4}03)$	6	50 24	50 26
$(\bar{4}03) : (\bar{2}01)$	12	47 36	47 44
$(001) : (\bar{1}11)$	4	62 24	62 23
$(\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	4	58 55	58 53

	Zahl der Kanten:	Beobachtet:	Berechnet:
$(11\bar{1}) : (100)$	4	$84^{\circ} 20'$	$84^{\circ} 25'$
$(\bar{1}11) : (11\bar{1})$	4	73 2	72 50
$(11\bar{1}) : (40\bar{3})$	6	54 24	54 28
$(40\bar{3}) : (110)$	9	78 32	78 28

Nach der Orientirung des Verfs. und aus den Winkeln von vom Rath:
 $(110) : (\bar{1}10) = 53^{\circ} 40'$, $(110) : (001) = 79^{\circ} 37'$, $(40\bar{3}) : (110) = 78^{\circ} 12'$
 erhält man:

$$a : b : c = 2,1561 : 1 : 4,3994; \quad \beta = 113^{\circ} 32'.$$

Das von vom Rath berechnete Axenverhältniss:

$$a : b : c = 2,1561 : 1 : 4,8549; \quad \beta = 113^{\circ} 22'$$

ist ebenfalls nicht ganz correct und muss wie folgt verbessert werden:

$$a : b : c = 2,1561 : 1 : 4,8654; \quad \beta = 113^{\circ} 32'.$$

	vom Rath ber.:	Boeris' Correction:
$(001) : (\bar{1}01) = 50^{\circ} 44'$		$50^{\circ} 28'$
$(100) : (10\bar{1})$	62 18	63 4
$(100) : (30\bar{2})$	45 49	45 35
$(110) : (30\bar{2})$	71 40	71 35

Zwillinge mit Rotationsaxe \perp zu (001) sind vorhanden.

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Optische Axenebene \perp zu $\{010\}$. Die erste Mittellinie liegt in dieser Ebene im spitzen Axenwinkel β und macht mit der Kante $[001]$ einen Winkel von 60° . Doppelbrechung positiv. $2E_a = 91^{\circ} 33'$ (Na). Starke Dispersion, $\varrho < v$.

3. Tolan $C_6H_5-C \equiv C-C_6H_5$.

Krystalle aus Essigäther; sie sind farblos und durchsichtig.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,2108 : 1 : 4,3599; \quad \beta = 115^{\circ} 1'.$$

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{021\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{201\}$, $\{\bar{4}03\}$, $\{\bar{2}01\}$.

	Zahl der Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(021) : (001)$	22	$*67^{\circ} 55'$	—
$(110) : (\bar{1}10)$	6	$*53$ 3	—
$(110) : (001)$	25	$*79$ 7	—
$(100) : (201)$	4	28 45	$28^{\circ} 44'$
$(201) : (001)$	4	36 16	36 15
$(001) : (\bar{4}03)$	2	48 43	48 41
$(\bar{4}03) : (\bar{2}01)$	3	18 8	18 4
$(001) : (\bar{1}11)$	3	61 16	61 19
$(\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	3	39 23	39 34
$(\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	4	58 20	58 33
$(\bar{1}11) : (021)$	4	22 58	22 54
$(021) : (110)$	4	25 45	25 50
$(110) : (20\bar{1})$	4	72 37	72 43
$(201) : (021)$	5	72 18	72 24
$(021) : (\bar{1}10)$	5	40 47	40 42

	Zahl der Kanten:	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (201)$	8	$66^0 57'$	$66^0 57'$
$(11\bar{1}) : (100)$	1	82 47	82 50
$(\bar{1}11) : (11\bar{1})$	1	73 43	73 52
$(11\bar{1}) : (403)$	1	54 12	53 57
$(\bar{4}03) : (\bar{1}10)$	1	79 30	79 46
$(021) : (100)$	1	80 40	80 51
$(021) : (\bar{4}03)$	1	75 53	75 38
$(201) : (\bar{1}11)$	4	80 0	80 0

Die Krystalle sind etwas nach $\{001\}$ tafelförmig und auch etwas nach der Axe $[010]$ verlängert. $\{403\}$ und $\{100\}$ sind selten vorhanden. Verf. hat einen einzigen Zwilling, Zwillingssaxe die Normale zu $\{001\}$, beobachtet.

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Optische Axenebene $\perp \{010\}$. Die erste Mittellinie liegt in der Symmetrieebene und fast parallel der Kante $[100]$. Ziemlich starke Dispersion, $\varrho < \nu$.

4. Azobenzol $C_6H_5-N=N-C_6H_5$.

Krystalle aus Essigäther; bei langsamer Verdunstung orangerothe, durchsichtige Krystalle.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,1076 : 1 : 1,3312; \quad \beta = 114^0 26'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{021\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{\bar{4}03\}$.

Die Gestalt der Krystalle ist derjenigen des Tolans sehr ähnlich. Manchmal sind sie aber sehr dünn tafelförmig nach $\{001\}$. $\{001\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{110\}$ sind immer vorhanden. $\{021\}$ ist für Azobenzol neu. $\{100\}$ ist selten vorhanden. Einige Zwillinge mit Zwillingssaxe \perp zu $\{001\}$ wurden bemerkt.

	Zahl der Kanten:	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0)$	10	$*55^0 3'$	—
$(001) : (110)$	22	$*78 59$	—
$(021) : (001)$	46	$*67 35$	—
$(100) : (001)$	4	65 35	$65^0 34'$
$(001) : (\bar{4}03)$	4	49 36	49 38
$(\bar{4}03) : (\bar{2}01)$	8	47 50	47 49
$(001) : (\bar{1}11)$	3	61 7	61 10
$(\bar{2}01) : (\bar{1}11)$	4	57 56	57 52
$(\bar{1}11) : (110)$	3	50 29	50 30
$(11\bar{1}) : (100)$	1	81 39	81 49
$(\bar{1}11) : (11\bar{1})$	1	75 24	75 22
$(11\bar{1}) : (403)$	5	53 11	53 14
$(403) : (110)$	7	78 41	78 39
$(021) : (\bar{1}11)$	3	23 49	23 43
$(021) : (110)$	3	26 48	26 47
$(021) : (1\bar{1}0)$	4	41 40	41 41
$(021) : (11\bar{1})$	1	56 50	56 48
$(021) : (100)$	3	80 53	80 56
$(021) : (02\bar{1})$	3	44 48	44 50
$(021) : (\bar{4}03)$	1	75 54	75 42

Aus den von Marignac gegebenen Werthen (nach der Orientirung des Verfs.) $(110):(\bar{1}10) = 55^0 10'$; $(110):(001) = 79^0 0'$; $(\bar{2}01):(001) = 67^0 19'$ wird hergeleitet:

$$a:b:c = 2,4008:1:1,3248; \beta = 114^0 20',$$

und nach Calderon's Werthen (s. diese Zeitschr. 4, 234):

$$(110):(\bar{1}10) = 54^0 16'; (110):(001) = 78^0 59'; (\bar{4}03):(001) = 49^0 31'$$

erhält man, wie schon Negri bemerkt hat (Riv. di Mineral. 9, 36):

$$a:b:c = 2,4491:1:1,3499; \beta = 114^0 47\frac{1}{3}'.$$

Die von Calderon berechneten Werthe sind folgende:

$$a:b:c = 2,4313:1:1,3438; \beta = 114^0 38'.$$

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Optische Axenebene \perp zu (010) . Die erste Mittellinie, welche in dieser Ebene liegt, macht mit der Kante $[001]$ im spitzen Axenwinkel β einen Winkel von 62^0 .

$2E_a = 59^0 5'$ (Na). Bedeutende Dispersion, $\varrho < v$. (Nach Calderon ist die optische Axenebene \parallel zu $\{010\}$.)

Ref.: C. Riva.

14. A. A. Ferro (in Genua): **Analyse des Sphärokobaltit von Libiola bei Casarze (Ligurien)** (Atti della Soc. Ligustica de Sc. Natur. e Geograf. Genova 1899, 10, 264—268).

Ein Exemplar der Sammlung des mineralogischen Museums der Universität von Genua besteht hauptsächlich aus Quarz und Calcosit. An einem Theile desselben sieht man ferner einen dünnen Ueberzug, welcher aus einem Gemenge von Azurit, Malachit und einem pfirsichblüthrothen Mineral, welches nach der Analyse als Sphärokobaltit bestimmt wurde, besteht. Nach einer sorgfältigen Trennung dieses rothen Minerals von dem begleitenden Azurit und Malachit wurde nachgewiesen, dass das Mineral kein Constitutionswasser enthält und also nicht das Hydrat des Cobaltcarbonat (Remingtonit) sei. Der Verlust an Wasser beträgt $0,43\%$ bei 110^0 . Ueber 200^0 wurde das Mineral in einem Verbrennungsofen erhitzt in einem Glasrohre, welches in Verbindung stand mit einem anderen Rohre mit $CaCl_2$ und mit einem Kaliapparate für die Bestimmung von H_2O und CO_2 . Der Verlust an Wasser über 200^0 ist nur $0,25\%$. Die Resultate der mit $0,4384$ g ausgeführten Analyse sind folgende:

CoO	59,68
H ₂ O	0,25
CuO	2,87
FeO	0,90
CaO	0,48
CO ₂ (als Diff.)	36,42
	<hr/> 100,00

Der Gehalt an CuO und H₂O ist einer kleinen Menge von nicht ganz getrenntem Azurit, und der an FeO und CaO einer kleinen Menge von Calcit und Siderit, welche in isomorpher Mischung in dem Sphärokobaltit enthalten sind, zuzuschreiben.

Ref.: C. Riva.

15. V. Zunino (in ?): Entwässerung des Selenit und Wasseraufnahme des Anhydrit (Atti della Soc. dei Naturalisti di Modena 1899, VI, 1, 113—118).

Um das Gesetz der Wiederaufnahme von Wasser durch künstliches CaSO_4 zu bestimmen, hat Verf. folgende Experimente ausgeführt. In eine Reihe kleine Röhren wurden kleine Portionen (0,5 g) von künstlichem CaSO_4 , welches bei 200° entwässert worden war, eingefüllt, und dann wurden die Röhren auf folgende Temperaturen gebracht: 230° , 240° , 250° , 260° , 270° , 280° und 290° . Bei allen diesen Temperaturen wurde in die Röhren ein Strom von Wasserdampf eingeleitet, und nach vollständigem Trocknen im Exsiccator über Schwefelsäure wurde nachgewiesen, dass Wiederaufnahme von Wasser in bestimmter Beziehung zu der Temperatur steht.

CaSO_4	bei ca.	230°	absorbirt	das ganze	Krystallisationswasser
-	-	240	-	$75 \frac{0}{100}$	
-	-	250	-	32	
-	-	260	-	11	
-	-	270	-	$0,5$	
-	-	280	-	$0,2$	
-	-	290	-	$0,2$	

Hieraus geht hervor, dass das hydratisirte Kalksulfat aufhört Wasser zu absorbiren um 260° , weil die folgenden Mengen von aufgenommenem Wasser als mechanisch eingeschlossen zu betrachten sind.

Es ist bekannt, dass der natürliche Gyps die Eigenschaft Wasser zu absorbiren um 300° verliert, was sich erklärt durch seine grössere Dichte im Vergleich mit dem künstlichen Kalksulfat. Aus demselben Grunde hat man, während im Gyps der Verlust an Wasser bei 100° anfängt und bei 200° vollständig ist, im künstlichen Kalksulfat bei 100° schon $26 \frac{0}{100}$ Wasserverlust, und man bekommt Kalksulfat leicht wasserfrei schon bei 180° . Verf. beschreibt mehrere Versuche, welche ausgeführt wurden, um künstliche Anhydritkrystalle zu erhalten. Ich theile hier nur diejenigen mit, welche zu einem Resultate geführt haben.

Eine Mischung von Natriumchlorid und wasserfreiem Calciumsulfat wurden während zwei Stunden in Schmelzung gehalten, und nach sehr langsamem Erkalten (16 Stunden lang) wurde das NaCl mit Wasser weggeführt. Mit Hülfe des Mikroskops beobachtete man kleine rhombische Krystalle von Anhydrit.

Wenn man, anstatt NaCl , CaCl_2 benutzt, so beobachtet man, dass die rhombischen Krystalle von Anhydrit, welche man nach der Schmelzung erhält, in Gegenwart von Wasser sich corrodiren, verschwinden, und dass sich an ihrer Stelle Krystalle von Gyps bilden.

Wenn wasserhaltiges Kalksulfat sechs Stunden lang in einer gesättigten NaCl -Lösung gekocht wird, so finden sich nach dem Auswaschen Anhydritkrystalle, welche, wenn man sie im Wasser lässt, sich in Gyps verwandeln.

Ref.: C. Riva.

16. G. d'Achiardi (in Pisa): Optische Untersuchungen über Quarzkrystalle ohne Circularpolarisation (Atti Soc. Toscana di Sc. Nat. Pisa 1899, Memorie 17, 114—131).

Schon in einer Arbeit über Quarz der toscanischen Gypsgruben (s. diese Zeitschr. 32, 523) hatte Verf. bemerkt, dass die untersuchten sehr einfachen und ziemlich trüben Quarzkrystalle keine Spur von Circularpolarisation zeigten.

In vorliegender Arbeit theilt Verf. weitere optische Beobachtungen mit, besonders über bologneser Quarzkrystalle von Lizzo am rechten Ufer des Reno, und vom Monte Acuto Ragazza bei Grizzana unweit Vergato. Der innere Theil dieser Krystalle ist ziemlich erfüllt von Einschlüssen, welche nach Bombicci zu den kohligten Substanzen zu rechnen sind; der Rand aber ist ziemlich durchsichtig. Die Krystalle zeigen nur die hexagonale Bipyramide, und an sehr wenigen und besonders an den Krystallen von Lizzo, sind sehr schmale Prismenflächen zu beobachten. Die Flächen sind immer wellenartig und sehr verkümmert. Schliffe senkrecht zur Hauptaxe von einer Dicke von einigen hundertel Millimeter bis 1—3 mm zeigen immer dieselben Eigenschaften. Im convergenten Lichte beobachtet man eine deutliche Zweiaxigkeit und im parallelen Lichte zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Platten sechs dreieckige Sektoren, deren Grenzen die die gegenüberliegenden Ecken verbindenden Geraden sind. Keine Spur von Circularpolarisation ist wahrzunehmen. Die Auslöschung ist immer unvollständig; auch bei einer kleinen Drehung auf dem Klein'schen Tische erreicht man nie eine vollständige Auslöschung. Die Felder oder Sektoren zeigen sich wie gefasert, mit zur Randkante senkrechter Faserrichtung. Diese Fasern löschen nicht gleichzeitig aus und ihr optischer Charakter ist ein wechselnder.

In Platten parallel den bipyramidalen Flächen sind die Fasern nicht mehr sichtbar, und es scheint also, dass die Fasern senkrecht zu den Bipyramidenflächen stehen und nach dem Centrum der Krystalle convergiren.

Aus genaueren Beobachtungen, besonders mit Hülfe der Photographie, kann man schliessen, dass die fibröse Structur in Beziehung mit einer sehr feinen Klüftung in den Krystallen steht; es ist daher nach dem Verf. die optische Zweiaxigkeit und die Faserstructur nicht auf eine Pseudosymmetrie nach mimetischer Structur zu beziehen, sondern auf die Wirkung von Spannungen, eine Meinung, welche im Gegensatze zu derjenigen von Wallerant (s. diese Zeitschr. 31, 59) steht. Da die Klüftung verschieden leicht ist in den verschiedenen Sextanten der Pyramide, so versteht sich auch die verschiedene optische Orientirung der einzelnen Sektoren.

Die Interferenzfiguren, welche die charakteristischen für zweiaxige Krystalle sind, zeigen eine schwankende Lage der optischen Axenebene mit einem Axenwinkel von 42° bis 48° ($2E_a$), sehr selten bis 24° . Die Interferenzfiguren sind entweder regelmässig oder deformirt. Wie schon bemerkt wurde, ist der optische Charakter verschieden in den verschiedenen Stellen eines und desselben Sectors.

Die Abwesenheit von plagiëdrischen Flächen und von Circularpolarisation, die geringe Entwicklung der Prismenflächen, die Gleichheit der Ausbildung und Beschaffenheit aller Flächen der Bipyramide und die besondere Theilung in sechs Sektoren führen den Verf. zu der Annahme, dass diese Quarzkrystalle nicht eine trigonale, sondern eine hexagonale Symmetrie besitzen, und anstatt der Combination der zwei Rhomboëder $\{100\}$, $\{2\bar{2}1\}$ mit dem Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ als Combination der Bipyramide II. Ordnung $\{412\}$ und des Prisma $\{10\bar{1}\}$ angenommen werden müssen. Auch die Aetzfiguren sind in Uebereinstimmung mit hexagonaler Symmetrie und nicht mit einer trigonalen. Ref.: C. Riva.

17. E. Manasse (in Pisa): Ueber eine neue Varietät des Elbaner Turmalin (Atti Soc. Toscana de Sc. Natur., Processe Verbalì, Pisa 1898—99, 11, 104—107).

Auf zwei Handstücken des Turmalingranit von Grotta d'Oggi auf der Insel Elba sieht man eine feine, aschblaue, büschelartige, krystallinische Substanz und

dazwischen einige sehr feine säulenförmige Krystalle von Turmalin. Nach einer sorgfältigen Trennung jenes Materials und durch Bestimmung der chemischen und physikalischen Eigenschaften wurde die Zugehörigkeit desselben zu einem eisenmanganhaltigen Turmalin erkannt. Die Resultate der Analyse sind folgende:

SiO_2	38,30
Al_2O_3	37,54
$FeO (MnO)$	12,20
B_2O_3	7,47
CaO	Spur
MgO	0,47
Na_2O	1,42
K_2O	0,32
Glühverlust ($H_2O + SiFl_4$)	3,72
	<hr/> 101,44

Die Turmalinnadeln sind 0,18—1 mm lang und 0,004 mm dick und zum Theil noch kleiner. Sie durchschneiden sich in allen Richtungen. Selten beobachtet man zwischen diesem feinen Filz einige grössere grüne Turmalinkrystalle mit der gewöhnlichen Streifung. Die optischen Eigenschaften sind diejenigen des Turmalin.

Die Entstehung solcher Nadeln ist die gleiche wie die der grösseren Krystalle, welche frei in die Drusen hineinragen und die letzte Krystallbildung der Elbaner Drusenminerale darstellen.

Ref.: C. Riva.

18. G. d'Achiardi (in Pisa): **Untersuchungen über toscanische Opale** (Atti Soc. Tosc. de Sc. Natur. Processi Verb. Pisa 1899, **11**, 114—136).

Die Untersuchungen des Verfs. waren besonders auf die Beziehung zwischen dem Verlust des Wassers und der Dauer der Zeit resp. der Temperatur gerichtet. Nach einer kurzen Beschreibung der verschiedenen studirten Opale werden in Tabellen und Diagrammen die Werthe der Verluste zusammengefasst. Die untersuchten sieben Opale sind folgende:

I. Wasserheller Opal von San Piero in Campo (Insel Elba). Findet sich in Knollen in verwittertem Serpentin bei den Magnesit-Steinbrüchen in der Nähe des Contactes mit Granit. Spec. Gew. = 1,99—2,03 (21°). Nach dem Glühverlust = 1,815 (vom Rath).

II. Undurchsichtiger milchweisser Opal von San Piero in Campo. Spec. Gew. = 1,94—1,97 (vom Rath und G. d'Achiardi).

III. Schwarzer Opal von San Piero in Campo, am Wege nach Marina di Campo. Eine grosse Menge gelbgrüner Granate sind in diesem schwarzen Opal eingeschlossen. Spec. Gew. = 2,065 [21°] (vom Rath); Glühverlust = 1,953. Unter dem Mikroskop beobachtet man in diesem Opal, ausser den Granaten, einige Bastitlamellen, Eisenoxyde und sehr kleine und zahlreiche Körner von Zirkon. Die Granate zeigen dieselben Anomalien, wie diejenigen von Affaccata (s. diese Zeitschr. **30**, 200). Der Gehalt an Eisenoxyden und CaO (s. Analyse III) ist den nicht vollständig getrennten eingeschlossenen Mineralien zuzuschreiben.

IV. Grauer Opal von Jano. Die Opale von Jano stehen in Beziehung

mit Serpentinmassen. Verf. hat die harzähnliche, weisse oder graublaue Varietät untersucht. Unter dem Mikroskop sind in einer isotropen opalinen Masse anisotrope fibröse Massen als Sphärolitenfragmente sichtbar, welche den Charakter des Calcedonquarzin von Wallerant zeigen (s. diese Zeitschr. **31**, 59—63). Hier und da sieht man noch Reste des verwitterten Euphotid. Der kleine Verlust an Wasser (s. Analyse) ist durch die bedeutende Menge an Calcedonsubstanzen zu erklären.

V. Rother Opal von Impruneta. Aus den mikroskopischen Untersuchungen geht hervor, dass es sich um eine Opalisierung von Serpentinesteinen handelt. Die MgO und ein Theil des H_2O sind dem unzersetzten Serpentinestein zuzurechnen.

Chemische Zusammensetzung der oben beschriebenen fünf Opale:

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	89,55	86,54	82,44	87,62	83,43
Fe_2O_3	0,49	1,73	5,10	1,71	3,43
Al_2O_3			1,61	1,45	
MgO	0,57	0,74	Spur	0,47	1,73
CaO	0,63	0,55	1,57	0,36	0,84
H_2O { zwisch. 80^0 — 90^0 = 1,02	8,03	3,15	5,56	4,90	4,18
- 430^0 — 320^0 = 6,48					
Glühverlust = 0,53					
	8,03	9,40	2,49	9,44	1,24
		0,57	1,09	0,60	6,74
					3,18
					9,23
					1,87

VI. Fiorit von Santa Fiora (Monte Amiata) findet sich als wasserhelle oder gelblichröthliche Concretionen auf den vulcanischen Gesteinen des M. Amiata, und wurden von Santi als »Perle Silicee« oder »Amiatit« bezeichnet (Santi, Viaggi in Toscana **1**, 1795). Es ist ein Gemenge von Opal und Calcedon. Nach Damour ist die chemische Zusammensetzung einer weissen, halbdurchsichtigen, perlmutterglänzenden Varietät (I.) und der undurchsichtigen weissen Varietät (II.) folgende:

	I.	II.
SiO_2	96,70	96,59
H_2O , $SiFl_4$ (Glühverl.)	2,90	3,10
Al_2O_3 und Fe_2O_3	0,40	0,34
	100,00	100,00
Spec. Gew.	2,17	2,10

Der Verlust, welchen d'Achiardi bei hoher Temperatur findet (s. das Diagramm S. 308), ist merklich höher als der von Damour gefundene Glühverlust. Man muss aber bedenken, dass man es mit einem wechselnden Gemenge von Opal und Calcedon zu thun hat.

VII. Kieselguhr von Castel del Piano, M. Amiata. Von diesem bekannten Material hat Tasselli seit 1890 zwei Analysen publicirt: I. von reinem Material, und II. von dem künstlichen.

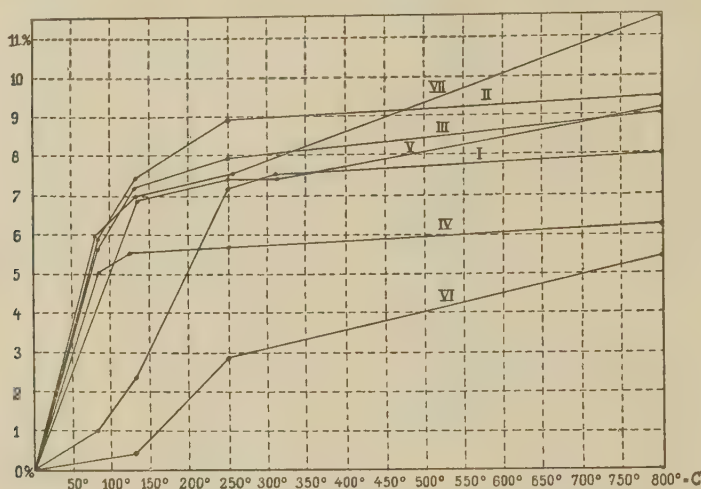
		I.	II.
	H_2O (400°—480)	4,03	4,57
	Glühverlust	4,34	3,02
in HCl löslich	SiO_2	0,48	0,42
	SO_3	0,40	0,34
	P_2O_5	0,40	0,04
	Fe_2O_3	0,79	4,39
	Al_2O_3	0,90	9,06
	CaO	0,49	0,26
	MgO	0,05	0,34
	K_2O	} Spur	0,42
	Na_2O		0,63
	Fe_2O_3	} 0,79	3,46
in HCl unlöslich	Al_2O_3		
	CaO	0,45	0,60
	MgO	0,42	0,29
	K_2O	} Spur	4,49
	Na_2O		
	SiO_2	94,26	72,49
		400,00	97,92

Gewichtsverlust im Exsiccator:

Tage:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	0,535	2,204	2,906	2,422	4,819	0,073	4,782
2	0,627	2,759	3,938	3,852	2,217	0,058	6,023
4	0,627	2,997	4,374	4,554	2,754	0,073	6,897
6	0,682	3,187	4,572	4,762	3,404	0,058	7,035
13	0,737	3,599	4,989	5,087	3,586	0,087	7,656
20	0,792	3,694	5,128	4,957	3,673	0,087	7,748
30	0,847	3,932	5,326	5,152	3,794	0,434	7,932
37	0,920	4,122	5,425	5,152	3,829	0,460	7,932
44	0,920	4,201	5,425	5,233	3,916	0,446	7,932
54	0,975	4,312	5,465	5,103	3,968	0,446	7,932
74	1,067	4,584	5,663	5,204	4,124	0,446	8,024
94	1,067	4,774	5,782	5,250	4,280	0,446	8,024
123	1,122	5,040	5,924	5,348	4,471	0,445	8,070
164	1,214	5,309	6,060	5,364	4,714	0,203	8,024
203	1,315	5,483	6,120	5,364	4,870	0,188	7,840
233	1,407	5,546	6,120	5,413	4,939	0,217	7,748
265	1,425	5,546	6,199	5,332	4,974	0,261	7,610
290	1,425	5,546	6,120	5,088	4,974	0,217	7,058

Aus der Tabelle und umstehendem Diagramm geht hervor, dass die Varietäten des Opal, deren Ursprung aus der Verwitterung von anderen Gesteinen klar hervortritt (III, IV, V), ihr Wasser bei niedriger Temperatur verlieren, und wenn man auch bei sehr hoher Temperatur einen Verlust bemerkt, so ist dieser wahrscheinlich dem beigemengten Serpentin zuzurechnen. Der Verlust an Wasser ist kleiner und langsamer bei den primären Opalen (I, VI), und hier bemerkt man den grössten Verlust zwischen 250° und 260°, dagegen in allen anderen Varietäten findet der bedeutendste Verlust gewöhnlich unter 100° statt. Der Opal von organischem Ursprung verhält sich ganz verschieden von allen

anderen. Der Wasserverlust ist anfangs sehr hoch, und in einem bestimmten Moment beginnt der Opal zu absorbiren und sein Gewicht steigt.



Für einige der untersuchten Varietäten verhindert jedoch die verschiedene Mischung von Opal, Calcedon und unverwittertem Serpentin aus den oben gegebenen Zahlen nähere Folgerungen abzuleiten.

Ref.: C. Riva.

19. G. d'Achiardi (in Pisa): **Phosphorescenz einiger Dolomite der Insel Elba** (Atti Soc. Toscana di Sc. Natur. Processi Verb. Pisa 1899, 11, 156, 157).

Die Dolomite aus den dolomitischen Kalkformationen der Umgebung von Valdana bei Portolongone und von Capo Calamita zeigen beim Reiben eine ziemlich starke Phosphorescenz. Es sind besonders die feinkörnigen und erdigen Dolomite, welche diese Erscheinung am besten zeigen. In der Absicht zu sehen, ob dieses Phänomen mit dem Vorhandensein von fremden Substanzen und besonders von Mangan, welcher nach Becquerel die Phosphorescenz im Kalkspath bedingt, in Beziehung steht, hat Verf. Analysen der Dolomite von Valdana (I.) und Capo Calamita (II.) ausgeführt.

Mangan ist nur in Spuren vorhanden und konnte nicht von Eisen getrennt werden; es ist also nach dem Verf. in zu kleiner Menge vorhanden, um die Phosphorescenz demselben zuschreiben zu können. Die Resultate der Analysen sind folgende:

	I.	II.
Glühverlust ($H_2O + CO_2$)	46,26	46,03
CaO	29,09	29,86
MgO	22,60	21,09
Rückstand nach Lösung in concentrirter HCl	0,79	1,04
$Mn_3O_4 + Fe_2O_3$	0,83	1,33
	99,57	99,35

Ref.: C. Riva.

20. G. d'Achiardi (in Pisa): **Mineralien von Carrara** (Ebenda 160—163). Es ist bekannt, dass in dem berühmten Carraramarmor sich gut kristal-

lisirte und verschiedenartige Mineralien finden. Diese kurze Notiz ist eine vorläufige Mittheilung einer vom Verf. beabsichtigten Monographie der Mineralien von Carrara. Die erwähnten Mineralien sind folgende:

Flussspath, sehr selten, in wasserhellen Würfeln, mit Fettglanz.

Zinkblende, auch sehr selten, in honiggelben flächenarmen Krystallen, öfters Penetrationszwillinge, welche die beiden Tetraëder und das Hexaëder zeigen. Die mineralogische Sammlung von Pisa besitzt auch einen braunen Zinkblendekrystall von demselben Fundorte.

Realgar, in sehr kleinen unbestimmbaren Krystallen, von Gyps begleitet. Sie erinnern an die Realgarkrystalle von Campo Longo (St. Gotthard).

Auripigment, als Begleiter des Realgar. Diese zwei Mineralien sind nach dem Verf. neu für den Fundort.

Rutil. Einige sehr feine graurothe Fasern mit metallischem Glanze, welche in einer Geode im Marmor beobachtet wurden, werden vom Verf. als möglicherweise Rutil bezeichnet.

Ref.: C. Riva.

21. E. Manasse (in Pisa): **Chemische Analyse des Limonit vom Monte Valerio** (Atti Soc. Tosc. de Sc. Natur., Pisa 1899, **12**, 24—22).

In der Gegend von Campiglia sind Lagerstätten von Eisenerzen (Monte Valerio, Cento Camerelle, Monte Rombolo) bekannt, welche in Beziehung mit Zinnerzen (Kassiterit) stehen. Die Analyse des Limonit vom Monte Valerio, angestellt an bei 90° getrocknetem Material, hat folgende Resultate gegeben.

Gewichtsverlust bei 90° = 2,27 %.

H_2O	43,28
SiO_2	4,24
SO_3	4,32
Al_2O_3	4,94
Fe_2O_3	84,45
CaO, P_2O_5, As_2O_5	Spuren
	98,90

Spec. Gew. 3,32.

Ref.: C. Riva.

22. L. Fantappiè (in Viterbo): **Neue Mineralvorkommen des Ciminischen Gebietes** (Rivista di Mineralogia, Padua 1899, **23**, 3—18).

Verf. berichtet über Mineralien der erratischen Blöcke und in den Gesteinen eingeschlossene Mineralien, welche er in seinen vorhergehenden Arbeiten (s. diese Zeitschr. **31**, 504; **32**, 532) noch nicht beschrieben hatte oder welche etwas Neues darboten.

Mineralien der erratischen Blöcke. Der Quarz wurde schon vom Verf. in einigen granitartigen Blöcken, mit Feldspath und Danburit zusammen, gefunden. Dasselbe Mineral in kleinen Krystallen, welche das Prisma und die Rhomboëder zeigen, wurde neuerdings in zwei sanidinitischen Blöcken gefunden. In einem dieser Blöcke ist der Quarz von Turmalin begleitet, in anderen findet er sich mit Glimmer, Titanit, Augit, Danburit, Magnetit zusammen. Der Quarz wurde auch in einem dritten Blocke, von etwas Plagioklas (welcher?) begleitet, nachgewiesen.

Der Wollastonit findet sich hauptsächlich in den Kalksilicatauswürflingen mit Granat und Vesuvian, welche schon von Deecke erwähnt wurden (s. N. Jahrb. d. Min. etc. Beil.-Bd. **6**, 1889). Diese Blöcke sind entlang des östlichen

Randes des Kraters von Vico verbreitet, und besonders an folgenden Localitäten: Poggio Cavaliere, Castellaccio, Monte Tosto und S. Rocco. Ausser in den Auswürflingen von metamorphosirtem Aussehen, welche hauptsächlich von Granat und Vesuvian gebildet werden, findet sich der Wollastonit auch in Blöcken, welche fast nur aus Melilith zusammengesetzt sind. Der Wollastonit ist weiss mit Perlmutterglanz; die Krystalle sind gewöhnlich sehr klein, und nur ausnahmsweise erreichen sie 15 mm Länge nach [y]. Die beobachteten Formen sind folgende: {100}, {001}, {101}, {102}, {301}, {320}, {110}, {120}, {322}. Der Habitus erinnert an denjenigen der vesuvischen Krystalle, welche vom Rath abgebildet hat. Die Krystalle zeigen oft parallele Fortwachsung nach {100}.

Ausser in den oben erwähnten Auswürflingen findet sich Vesuvian in einem Sanidinblock, in welchem ferner folgende Mineralien nachgewiesen wurden: Glimmer, Amphibol, Haüy'n, Nephelin, Granat, Titanit und vielleicht ein Skapolith. Mit diesen Mineralien finden sich kleine Krystalle von braunem Vesuvian (2×1 mm) von Glas- bis Harzglanz, welche folgende Formen darbieten: {110}, {210}, {100}, {111}, {331}, {311}, {312}, {001}.

Wie auch aus der Arbeit von Scacchi über die Vesuviusauswürflinge hervorgeht, ist der Vesuvian unter solchen paragenetischen Verhältnissen ziemlich selten zu finden, und diese Thatsache spricht für die Meinung, dass solche Blöcke aus Modificationen von abyssischen Gesteinen entstanden seien.

Mineralien, welche in Gesteinen eingeschlossen sind. Der Quarz als Einschluss in Gesteinen findet sich an mehreren Localitäten, z. B. in dem Ciminit (Washington, Journal of Geology 4, Chicago 1896) von Chiusa dei Frati bei Madonna della Quercia. Quarzkörner von 3—4 mm Durchmesser finden sich auch in einem Leucitaugitgesteine zwischen Viterbo und San Martino. Es scheint, dass dieser Quarz dem Gesteine fremd ist. Ferner ist der Quarz zu erwähnen, welcher in den Hohlräumen eines verwitterten Auswürflings beobachtet wurde und für welchen man eine secundäre Entstehung aus wässerigen Lösungen annehmen muss.

Der Hyalit in traubigen Formen bildet einen Ueberzug in den Hohlräumen des schon erwähnten Ciminit. Nach den Versuchen von Spezia scheint es, dass der Quarz, welcher in den massigen Gesteinen eingeschlossen ist, und der Opal, welcher die Hohlräume bedeckt, eine gemeinschaftliche Entstehung gehabt haben.

Der Hämatit findet sich in kleinen Nestern, als tafelförmige Krystalle, in dem Vulsinit (s. Washington loc. cit.) zwischen Viterbo und Vetralle bei der Brücke von Quartuccio und an anderen Orten. Die Rhomboëderflächen {1011} sind gut bemerkbar und glänzend. Andere Lamellen sind so dünn, dass an ihnen andere Krystallflächen, ausser der Basis, nicht zu sehen sind.

In einem Blocke von Sandstein, welcher in dem Conglomerate von Fagianello bei Viterbo gefunden wurde, erwähnt Verf. das Vorhandensein des Pyrits.

Ref.: C. Riva.

23. G. Ongaro (in Padua): **Analyse eines Zeoliths** (Rivista di Mineral. etc., Padua 1899—1900, 23, 35—36).

Der untersuchte Zeolith stammt aus dem Valle dei Zuccanti. Er findet sich in radialen, roth gefärbten Massen, mit Calcitkrystallen gemengt, in dem Augitporphyr, welcher zwischen dem Agno- und Asticothale verbreitet ist. Das Vorkommen ist altbekannt unter dem Namen »rother Natrolith vom Zuccanti-

thal«. Die Analyse der sehr reinen und durchsichtigen Krystalle hat folgende Resultate gegeben:

SiO_2	58,76
Al_2O_3	17,13
CaO	9,37
H_2O	14,47
Na_2O	0,23
	<hr/> 99,96

eine Zusammensetzung, welche sehr nahe derjenigen des Stilbit steht.

Ref.: C. Riva.

24. G. Dal Piaz (in Padua): **Ueber Analcim und andere Mineralien von Pendisetta in den Euganeen** (Riv. di Mineralogia, Padua 1899—1900, 23, 90—92).

Pendisetta liegt etwas westlich von dem mächtigen und bekannten Gange von Pendise, und die Mineralien finden sich in Geoden oder in schmalen Gängen in einer graugrünen basaltischen Breccie, welche von zahlreichen Basaltgängen durchschnitten ist. Der Olivin, in kleinen und verwitterten Körnern, bildet Concretionen von verschiedener Grösse. In einer solchen von Nussgrösse fanden sich einige Graphitblättchen. Der Analcim bildet Spaltenausfüllungen, rundliche Massen und kleine durchsichtige Krystalle von der Combination: {241}, {100}. Spec. Gew. 2,495. Selten bemerkt man Natrolith, welcher kleine strahlenförmige Aggregate bildet. Ferner ist noch ein anderer Zeolith, vielleicht Phillipsit oder Harmotom, vorhanden. Calcit ist sehr verbreitet.

Ref.: C. Riva.

25. J. Schineaglia (in ?): **Untersuchungen über Fluorescenz in festen Körpern** (Il Nuovo Cimento, Pisa 1899, IV, 10, 212—223).

Derselbe: Ueber Fluorescenz in doppeltbrechenden Krystallen (Ebenda 1900, IV, 11, 299).

Die Beobachtungen wurden folgendermassen ausgeführt. Ein cylindrisches Bündel von Sonnenstrahlen ging durch ein Rohr aus schwarzer Pappe von 10 cm Durchmesser; am Ende desselben befand sich eine convergirende Linse, welche die Strahlen in einem wenig entfernten Punkte sammelte. Die zu untersuchenden Körper wurden so gestellt, dass ihr Mittelpunkt mit dem Hauptbrennpunkte der Linse zusammenfiel und dass man denselben eine willkürliche Orientirung geben konnte. Die Krystalle wurden in der Richtung senkrecht zu den Lichtstrahlen durch ein Nicol beobachtet. Die untersuchten kubischen Mineralien sind folgende: Diamant, Hyalit, Spinell, Zinkblende, Flussspath, Leucit, Boleit, Grossular und Almandin.

Fluorescenz wurde vom Verf. nur im Flussspath beobachtet und nicht bei allen untersuchten Varietäten. Je grösser die Intensität des Lichtes war, desto mehr trat die Fluorescenz hervor. Wenn das benutzte Licht ebenfalls polarisirt war (durch Einschaltung eines Nicols zwischen Lichtquelle und Mineral), so wurde bei der Drehung des Analysators keine Aenderung in der Intensität des fluorescirenden Lichtes beobachtet.

Die untersuchten doppeltbrechenden Mineralien wurden in allen Richtungen geprüft. In Apatit und Beryll, welche nach Sohncke fluoresciren (s. diese

Zeitschr. 30, 619), wurde vom Verf. das Phänomen nicht bemerkt. Dagegen wurde es im Kalkspath, Aragonit, Phosgenit, Baryt und Topas beobachtet.

Der Kalkspath zeigt ein blutrothes Fluorescenzlicht, welches bei verschiedener Orientirung des Krystalles unverändert bleibt.

Im Aragonit sieht man durch die verticalen Flächen ein grünes Fluorescenzlicht, welches zum Theil (?) polarisirt ist.

Phosgenit. Wenn das durchfallende Licht senkrecht zu einer verticalen Fläche ist, so sieht man durch die benachbarten verticalen Flächen ein hellgrünes Fluorescenzlicht, dessen Intensität sich beim Drehen des Analysators ändert. Wenn das Phänomen nach der Richtung der optischen Axe beobachtet wird, bleibt die rothgelbe Fluorescenz ungesört bei der Drehung des Analysators.

Im Baryt wurde das Phänomen nur in den weissen und gelblichen Varietäten von Vernasca beobachtet. Die Krystalle wurden nach allen Richtungen geprüft und zeigten grünes oder gelbgrünes polarisirtes Fluorescenzlicht.

Die gelben Topase zeigen nach allen Richtungen ein schönes rothes Fluorescenzlicht, welches in einer zur optischen Axenebene senkrechten Ebene polarisirt ist. Mit einem violetten Glase wurde die Fluorescenz auch in einem hellblauen Topas beobachtet; nur nach der Richtung der Axe $[y]$ ist das Phänomen nicht wahrnehmbar. Es ergab sich, dass in den doppeltbrechenden Krystallen nicht immer das Fluorescenzlicht vollständig oder nur zum Theil polarisirt ist. Die Ursache der Erscheinung ist nach dem Verf. in kleinen, fein vertheilten fremden Substanzen, welche in den Krystallen eingeschlossen sind, zu suchen. Wenn die Vertheilung solcher eingeschlossenen Substanzen gleichförmig in der ganzen Masse der Krystalle ist, so ist die Fluorescenz nach allen Richtungen sichtbar. In dieser Weise erklärt sich, warum bei einem und demselben Minerale das Phänomen stattfindet oder fehlt, je nach dem Fundorte. Wenn das Fluorescenzlicht polarisirt ist, so ist die Richtung der Schwingungen parallel oder senkrecht zu der optischen Axenebene des untersuchten Krystalles. Die Farbe der Krystalle hat keinen Einfluss auf das Phänomen, nur die Farbe des Fluorescenzlichtes steht in Beziehung mit der Farbe der Krystalle.

Um zu bestimmen, ob elektromagnetische Kräfte das Fluorescenzlicht der einfachbrechenden Substanzen polarisiren und Veränderungen in den Polarisationsphänomenen der doppeltbrechenden Mineralien hervorrufen können, wurden vom Verf. die Untersuchungen über Fluorescenzlicht in einem starken elektromagnetischen Felde wiederholt. Es wurden jedoch keine Veränderungen des oben beschriebenen Phänomens beobachtet.

In der zweiten Arbeit wiederholt Verf. die Beobachtungen über doppeltbrechende fluorescirende Mineralien mit Benutzung verschiedener Strahlen des Sonnenspectrums. Die Fluorescenzfarbe ist verschieden für die verschiedenen Strahlen. Für Kalkspath sind die für die Erregung der Fluorescenz wirksamsten Strahlen die grünen des Spectrums, für Topas dagegen der brechbarste Theil des Spectrums: blau bis violett. Die übrigen Strahlen neutralisiren die Wirkung der violetten Strahlen.

Ref.: C. Riva.

26. D. Gernez (in Paris): Untersuchung der Dämpfe, welche die beiden Modificationen des Quecksilberjodids aussenden (Compt. rend. 1899, 128, 1516—1519).

Während die Dampftension des Quecksilberjodids bei Atmosphärendruck sehr gering ist, verdampft dasselbe im Vacuum verhältnissmässig rasch. Die durch Erwärmen im Vacuum, sei es aus der gelben Modification (bei über 130°),

sei es aus der rothen bei einer unter dem Umwandlungspunkte¹⁾ liegenden Temperatur, entwickelten Dämpfe setzten auf einem in den evacuirten Raum eingeführten kälteren Körper stets Krystalle der gelben Modification ab, sobald letzterer Körper eine reine Oberfläche besass. Wurde diese aber vorher theils mit Krystallen der rothen, theils mit solchen der gelben Modification leicht gerieben, so bildeten sich an den ersteren Stellen rothe, an den letzteren gelbe Krystalle. Aus den Dämpfen des Quecksilberjodids können also beide Formen entstehen durch Einfluss fester Krystalle (wie bei der Impfung überschmolzenen Schwefels oder übersättigter Lösungen, z. B. von Natriumchlorat), und zwar ist es dabei gleichgültig, aus welcher Modification die Dämpfe entstanden waren. Die bei hohen Temperaturen gebildeten gelben Krystalle in den ersterwähnten Versuchen wandelten sich bald in die rothe Modification um, während die sehr langsam bei niedrigeren Temperaturen erhaltenen Monate lang unverändert blieben.

Ref.: P. Groth.

27. G. Friedel (in St. Étienne): **Neue Versuche über die Zeolithe** (Bull. soc. franç. d. minér. 1899, **22**, 5—17, 84—91).

Chabasit von Rübendörfel bei Aussig in Böhmen wurde in derselben Weise untersucht wie der Analcim (s. diese Zeitschr. **29**, 678). Das bis zum Zusammensintern erhitzte Pulver verlor 22,28% H_2O . Fast ebenso viel Wasser (24,9%) erhält man, wenn man nur bis 800° erhitzt, wobei der krystallisirte Zustand noch erhalten bleibt; beim Erkalten im Exsiccator absorbirt das Pulver aber so viel Luft, dass der Gewichtsverlust nur 19,5% beträgt. Es ergiebt sich aus den Versuchen des Verf.s, dass das gesammte Wasser des Chabasit »zeolithisch« ist und daher continuirlich dem Mineral entzogen werden kann. Hat man die Temperatur von 800° nicht überschritten, so sättigt sich die Substanz in feuchter Luft sehr rasch wieder mit Wasser und nimmt stets bei gleicher Temperatur dasselbe Gleichgewicht zwischen seiner Dampfspannung und derjenigen der angewandten feuchten Luft an, selbst in grobgepulvertem Zustande. Die Curven, welche dieses Gleichgewicht für verschiedene Temperaturen angeben, haben einen ganz ähnlichen Verlauf wie beim Analcim (s. l. c.), nur zeigen sie, dass das Mineral bei gewöhnlicher Temperatur noch nicht gesättigt ist, sondern bei sehr niedrigen Temperaturen noch 5—7% Wasser absorbiren könnte. Der Wassergehalt kann daher nicht, wie beim Analcim, einer bestimmten Anzahl von Molekülen entsprechen.

Versuche zur Bestimmung der Correctionen für die oben erwähnte Luftabsorption zeigten, dass dieselbe proportional dem Drucke ist, dass also die Lösung der Luft in dem entwässerten Chabasit stattfindet, wie in einer Flüssigkeit. Ist das Mineral nur theilweise entwässert, so nimmt es weniger Luft auf, und wenn der Wasserverlust nur 7—8% beträgt, so absorbirt das Pulver die Luft nicht mehr merklich. Der bedeutende Betrag der Luftabsorption des entwässerten Chabasits erklärt zum Theil die Differenzen im Wassergehalte bei den

¹⁾ Die Bestimmung der Umwandlungstemperatur führte der Verf. (ebenda **129**, 4234) in der Weise aus, dass er in einem dünnen Röhrchen HgJ_2 schmolz, dasselbe in einer dünnen Schicht erstarren liess und, wenn diese Schicht sich zum Theil in die rothe Modification umgewandelt hatte, in ein Luftbad brachte, dessen Temperatur nach und nach geändert wurde. Es ergab sich, dass bei 425° die rothen Krystalle, wenn auch sehr langsam, auf Kosten der gelben wuchsen, bei 427° das Umgekehrte stattfand; die Umwandlungstemperatur ist also 426°. Das Gleiche wurde im Vacuum gefunden.

bisherigen Analysen, und der Verf. hält es für möglich, dass auch die Differenzen des Kieselsäuregehaltes durch die Existenz gelöster, nicht mit dem Silicatmolekül verbundener (»zeolithischer«) Kieselsäure erklärt werden könnten.

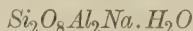
Abweichend verhält sich der Natrolith (untersucht wurden grosse durchsichtige Krystalle aus der Auvergne und feine wasserhelle Nadeln von Salesl in Böhmen). Erwärmt man das Mineral auf fortwährend steigende Temperaturen, jedesmal bis zum Gleichgewicht zwischen Dampftension des Materials und der feuchten Luft, so ist der Wasserverlust anfangs sehr gering und wächst sehr langsam bis 250^0 ; alsdann beginnt die Curve, welche keinen deutlichen Wendepunkt besitzt, sehr rasch zu steigen, und bei 285^0 ist das Mineral vollständig entwässert. In feuchter Luft von gewöhnlicher Temperatur nimmt die Substanz sehr rasch ihr Wasser wieder auf und sogar noch einige Procente mehr, und wenn jetzt der Versuch wiederholt wird, so steigt der Verlust rascher mit der Temperatur, als das erste Mal, die Curve zeigt einen deutlichen Wendepunkt und steigt dann etwas langsamer, als die erste, zu dem gleichen Punkte der totalen Entwässerung. Diese Aenderung der Curve vermehrt sich durch weitere Wiederholungen des Versuches, zugleich wird die beim Abkühlen in feuchter Luft aufgenommene Wassermenge geringer, und schliesslich verliert das Mineral die Fähigkeit zu dieser Aufnahme ganz. Dass diese Aenderungen des Verhaltens durch die Wasseraufnahme und nicht durch eine Veränderung in Folge des Erhitzens verursacht werden, beweist der Umstand, dass dieselben nicht eintreten, wenn man die erhitzte Substanz in trockener Luft erkalten lässt. Der Verf. nimmt an, dass durch die Wasseraufnahme eine permanente Dilatation der Krystallstructur stattfinde, welche zuerst eine grössere Wasseraufnahme ermöglicht und zugleich dessen Weggang beim Erwärmen erleichtert, welche aber, wenn sie schliesslich zu gross geworden, eine erneute Condensation nicht mehr veranlasst.

Der continuirliche Verlauf der Curven spricht auch bei dem Natrolith dafür, dass das gesammte Wasser als »zeolithisches« zu betrachten ist.

Ref.: P. Groth.

28. C. Friedel († in Paris): **Analyse eines künstlichen Aluminium-Natriumsilicates** (Bull. soc. fr. d. minér. 1899, **22**, 17—18).

Der Verf. hat von dem durch G. Friedel (s. diese Zeitschr. **29**, 415) beschriebenen Silicate eine neue Analyse gemacht und die sehr viel einfachere Formel



gefunden.

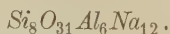
	Beobachtet:		Berechnet:
SiO_2	38,98	39,44	39,73
Al_2O_3	32,95	34,06	33,77
Na_2O	19,09	—	20,53
K_2O	3,19	—	—
H_2O	5,80	—	5,96

Ref.: P. Groth.

29. G. Friedel (in St. Etienne): **Ueber ein neues Alumosilicat** (Ebenda 20—25).

Bei längerem Behandeln von Muscovit mit 9procentiger Natronlauge bei über 500^0 entstand einmal neben Nephelin und dem in vor. Nr. erwähnten Silicate ein

neues in wasserhellen kleinen Krystallen von dem spec. Gew. 2,660 und der Zusammensetzung:



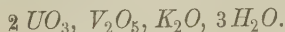
Dieselben bildeten anscheinend eine Combination der regulären Tetraëder $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$, fast gleich gross, mit $\{110\}$ und $\{2\bar{1}1\}$, erwiesen sich aber durch die optische Untersuchung von Schliffen nach $\{100\}$ als zusammengesetzt aus 12 monoklinen Pyramiden, deren gemeinsame Spitze im Mittelpunkte des Krystalles gelegen ist und deren Basis einem durch die Diagonalen und eine Seite der Hexaëderfläche gebildeten Dreiecke entspricht. Diese Seite resp. Hexaëderkante ist die (wegen der Verschiedenheit benachbarter Hexaëdercken polare) Symmetrieaxe, und die beiden an derselben mit einer Pseudo-Rhombendodekaëderfläche zusammenstossenden Krystalle erscheinen in dazu senkrechten Schliffen als schmale, scharf begrenzte Zwillingsslamellen parallel den Diagonalen der dem Schliffe entsprechenden Hexaëderfläche und löschen unter $39^0\text{--}40^0$ zur Zwillingsebene, also unter $5^0\text{--}6^0$ zu den anderen Hexaëderflächen aus. Im Gegensatze dazu erscheinen im Schliffe die grösseren Partien der vier Krystalle, welche die Sektoren der Schlifffläche als gemeinsame Basis haben, durch theilweise Ueberlagerung mit verwaschenen Grenzen; dieselben zeigen natürlich gemeinsame Auslöschung parallel der Hexaëderkante. In den Lamellen entspricht die Normale zur Schlifffläche der 1. (positiven) Mittellinie der optischen Axen, deren Winkel 54^0 ($2E = 90^0$ circa) beträgt und deren Ebene $5^0\text{--}6^0$ mit der Pseudohexaëderfläche bildet; ihre Doppelbrechung $\beta - \alpha$ ist gleich 0,0031. Von den gleichzeitig auslöschenden Partien des Schliffes sind die einen nahe senkrecht zur 2. Mittellinie, die anderen nahe parallel der Axenebene, letztere zeigen daher die maximale Doppelbrechung 0,0045—0,0046.

Beim Erhitzen erfahren die Krystalle unter 500^0 eine plötzliche Umwandlung, welche beim Abkühlen wieder rückgängig wird. Sie bleiben dabei doppeltbrechend, aber die optischen Eigenschaften und die Vertheilung der Zwillingspartien ändern sich. Die Kleinheit der Krystalle verhinderte nähere Feststellungen über diese zweite Modification.

Ref.: P. Groth.

30. C. Friedel und E. Cumenge (in Paris): Ueber ein neues Uranmineral (Compt. rend. 1899, 128, 532—534; Bull. soc. franc. d. min. 1899, 22, 26—29).

Das Mineral findet sich in lockeren gelben Massen, bis zu 60% mit Quarzsand gemengt, begleitet von Kupferlasur und Malachit, in oberflächlichen Höhlungen eines Sandsteins am Rock Creek, im Montrose Co., Colorado¹⁾. Dasselbe besteht aus doppeltbrechenden Körnchen, welche auch bei starker Vergrösserung keine Krystallform erkennen lassen. Der grösste Theil des Quarzes wurde durch Schlämmen entfernt und dann das Mineral mit Salpetersäure gelöst und dadurch von dem Reste des Quarzes getrennt. Der Wassergehalt kann nicht in derselben Portion durch Erhitzen bestimmt werden, da bei Rothgluth die Substanz unter Braunfärbung sehr schwer durch Säure zersetzbar wird. Die chemische Untersuchung ergab die Formel:



1) Eine nähere Beschreibung des Vorkommens und erneute chemische Untersuchung des Minerals ist inzwischen von Hillebrand und Ransome in Am. Journ. Sc. Aug. 1900 erschienen und wird im nächsten Bande dieser Zeitschrift referirt werden.

	I.	II.	III.	Berechnet:
UO_3	64,70	62,46	—	63,54
V_2O_5	20,34	19,95	—	20,12
K_2O	10,97	11,16	—	10,37
Fe_2O_3	0,96	0,65	—	—
H_2O	—	—	5,19	5,95

Ausserdem sehr kleine Mengen Kupfer, Blei, Baryum, Radium und Polonium.

Die Verf. schlagen nach Herrn Carnot, dem um die Mineralanalyse verdienten Director der École des Mines in Paris, den Namen »Carnotit« für das neue Mineral vor.

Ref.: P. Groth.

31. L. Michel (in Paris): Ueber einen wismuthhaltigen Molybdänit (Bull. soc. fr. d. min. 1899, **22**, 29—30).

Ein Exemplar in der Sammlung der Sorbonne (Fundort?) erwies sich als ein inniges Gemenge von Molybdänit mit Wismuthglanz und ergab bei der Analyse über 38% *Bi*, obgleich die grossblättrigen Massen homogen erschienen und erst unter der Lupe die zahlreichen Einschlüsse von Wismuthglanz erkennen liessen.

Ref.: P. Groth.

32. F. Gonnard (in Lyon): Ueber eine Gruppe von Quarzkrystallen von Striegau (Ebenda 92—94; hier mit Verbesserungen des Verfs.).

Die Gruppe besteht aus drei Krystallen mit parallelen Axen, von denen I und II einen Zwilling des gewöhnlichen Gesetzes bilden. I zeigt zwischen (100) und (22 $\bar{1}$) eine grosse, etwas gerundete und gestreifte, aber gut spiegelnde Fläche, d_3 Websky's = (11.2. $\bar{1}$) = (34 $\bar{4}$ 4), welche ergab: (11.2. $\bar{1}$): (100) = 10° 50'. Ferner treten daran auf {11. $\bar{4}$. $\bar{4}$ } = {50 $\bar{5}$ 1} und {9 $\bar{4}$ $\bar{4}$ } = {13.0. $\bar{1}$ 3.1}, während von {22 $\bar{1}$ } eine Fläche ganz fehlt. II, der mittlere Krystall der Gruppe, zeigt in der Zone [100, 22 $\bar{1}$] eine Fläche ξ_4 = (16.10. $\bar{5}$) = (2577), deren Winkel zu (100) = 33° 54' beob., 33° 30' ber.; eine kleine Fläche desselben Krystalles ist wahrscheinlich {22 $\bar{3}$ } = {5051}.

Ref.: P. Groth.

33. Derselbe: Krystallographische Studien an dem Quarze aus den Geoden der Oxfordmergel von Meylan (Isère) (Compt. rend. 1898, **126**, 1731—1734. Ausführlicher: Bull. soc. franç. d. minér. Paris 1899, **22**, 94—131).

Am rechten Ufer der Isère oberhalb Grenoble, besonders bei Meylan und Saint-Ismier, finden sich in den Hohlräumen von Mergelconcretionen die bekannten wasserhellen, höchstens 2—3 cm grossen, bipyramidalen Quarzkrystalle, begleitet von sattelförmig gekrümmten Rhomboëdern von Dolomit resp. von braunem Ankerit, dünntafeligem Célestin und kleinen Kalkspathkrystallen, zum Theil Zwillingen. Die Quarze, welche meist das Prisma nur ganz untergeordnet zeigen, enthalten zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, auch solche mit kohliger Substanz, und Hohlräume, zum Theil in Form negativer Krystalle. Der Verf. untersuchte eine grosse Anzahl von Krystallen und beschreibt diejenigen, welche besonders interessante Flächen zeigten und deren Stellung durch Trapezoëder unter *s* und durch die charakteristische Streifung auf den *s*-Flächen sicher zu bestimmen war ¹⁾.

4) Noch sicherer wäre die Bestimmung der elektrischen Pole der Nebenaxen nach der Kundt'schen Methode gewesen, doch ist es fraglich, ob die Krystalle (wegen der zahlreichen Flüssigkeitseinschlüsse) eine Erwärmung vertragen hätten. Der Ref.

Der bemerkenswertheste Krystall (A) besteht, wie die meisten, aus mehreren parallelen Partien, deren eine gegen die andere vorspringt; theils an diesen einspringenden Winkeln, theils an den Kanten $[100, 22\bar{1}]$ treten nun einzelne Flächen folgender neuer Formen auf:

$$\begin{array}{ll} e_1^{31} = \{41.0.\bar{4}\bar{1}.11\} & \beta_6 = \{1.15.\bar{1}\bar{6}.16\} \\ H_5 = \{43\bar{7}7\} & T_0 = \{19.15.\bar{3}\bar{4}.19\} \\ H_6 = \{13.12.\bar{2}\bar{5}.25\} & T_2' = \{26.15.\bar{4}\bar{1}.26\} \\ \xi_2 = \{35\bar{8}8\} & T_3 = \{11.6.\bar{1}\bar{7}.11\} \\ \beta_5 = \{2.15.\bar{1}\bar{7}.17\} \end{array}$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$(41.0.\bar{4}\bar{1}.11) : (10\bar{1}1) =$	$26^0 17'$	$25^0 58'$
$(43\bar{7}7) : (10\bar{1}1)$	19 38	19 39—43'
$(13.12.\bar{2}\bar{5}.25) : (10\bar{1}1)$	22 9	22 8—17
$(35\bar{8}8) : (10\bar{1}1)$	29 14	29 28—33
$(2.15.\bar{1}\bar{7}.17) : (10\bar{1}1)$	41 13	41 35
$(1.15.\bar{1}\bar{6}.16) : (10\bar{1}1)$	43 37	43 21—33
$(35\bar{8}8) : (01\bar{1}1)$	17 2	16 38—42
$(13.12.\bar{2}\bar{5}.25) : (01\bar{1}1)$	27 7	23 43
$(43\bar{7}7) : (01\bar{1}1)$	26 37	26 27
$(11.6.\bar{1}\bar{7}.11) : (10\bar{1}1)$	18 38	18 40—45
$(26.15.\bar{4}\bar{1}.26) : (10\bar{1}1)$	19 29	19 14
$(19.15.\bar{3}\bar{4}.19) : (10\bar{1}1)$	24 38	24 42—50

Krystall B zeigt ausser der bereits von Des Cloizeaux angegebenen Form $H_1 = \{4155\}$ nach Flächen der beiden neuen $\xi_3 = \{8.15.\bar{2}\bar{3}.23\}$ und $t' = \{8.5.\bar{1}\bar{3}.8\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(8.15.\bar{2}\bar{3}.23) : (10\bar{1}1) =$	$30^0 32'$	$30^0 15'$
$(8.5.\bar{1}\bar{3}.8) : (10\bar{1}1)$	20 44	20 35

Krystall C ist ausgezeichnet durch eine Reihe steiler positiver Rhomboëder, nämlich Des Cloizeaux's e_2^{21} , e^3 und e_4^{11} und ein neues $e^7 = \{80\bar{8}5\}$, ferner durch die neue Form $T_3 = \{11.6.\bar{1}\bar{7}.11\}$ (s. oben) und die von vom Rath beobachtete $\beta_1^* = \{13\bar{4}4\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(80\bar{8}5) : (10\bar{1}1) =$	$12^0 0'$	$12^0 1'$
$(11.6.\bar{1}\bar{7}.11) : (10\bar{1}1)$	18 38	18 42

Krystall D zeigt eine kleine Fläche T_1 , welche nahe die Lage der schon bekannten $T = \{43\bar{7}4\}$ besitzt, deren Messung zu $(10\bar{1}1) = 23^0 1'$ jedoch besser mit dem Zeichen $(41.30.\bar{7}\bar{1}.41)$ übereinstimmt (ber. $23^0 20'$, für $(43\bar{7}4)$ $23^0 45'$). $\{50\bar{5}4\}$ ist mit drei sehr gut ausgebildeten Flächen vorhanden.

Am Krystall E beobachtet man auf $\{01\bar{1}1\}$ (an anderen Exemplaren auch auf $\{10\bar{1}1\}$) sehr flache, krummlinige, gleichschenkelige Dreiecke, deren Spitze dem Ende des Krystalles zugekehrt ist, ferner eine grosse, glänzende Fläche $v_1' = \{17.1.\bar{1}\bar{8}.1\}$ und zwei gestreifte Flächen von $t_3'' = \{22.3.\bar{2}\bar{5}.22\}$ und $\{26.3.\bar{2}\bar{9}.26\}$, von denen die zweite so nahe Des Cloizeaux's $t_4 = \{9.1.\bar{1}\bar{0}.9\}$ liegt, dass der Verf. letzteres Symbol annimmt. Ausser der häufigen Form $\{05\bar{5}4\}$ tritt noch die seltene $\{0.23.\bar{2}\bar{3}.16\}$, von Traversella bekannt, auf.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(17.4.\overline{18}.4) : (01\overline{11})$	$= 62^0 24'$	$62^0 33'$
$(22.3.\overline{25}.22) : (10\overline{11})$	$5 \ 24$	$5 \ 18$
$(9.4.\overline{10}.9) : (10\overline{11})$	$4 \ 26$	$4 \ 34$
$(26.3.\overline{29}.26) : (10\overline{11})$	$4 \ 36$	

Krystall F, dessen Stellung nach der durch Des Cloizeaux bestimmten Form $\beta = \{27\overline{9}9\}$, welche mit einer gut messbaren Fläche erschien, ermittelt werden konnte, zeigt eine grosse und gut ausgebildete Fläche der neuen Form $H_4 = \{32.45.\overline{47}.47\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(32.45.\overline{47}.47) : (10\overline{11})$	$= 44^0 24'$	$44^0 34'$
$(32.45.\overline{47}.47) : (01\overline{11})$	$34 \ 55$	$34 \ 50$

Krystall G. Hier treten ausser den gewöhnlichen Flächen und $\{50\overline{5}4\}$ noch zwei seltene auf: $H_2 = \{34\overline{4}4\}$ und $q = \{3.8.\overline{11}.3\}$, ferner folgende neue: $H_0 = \{43.3.\overline{16}.16\}$, $\gamma_0 = \{23.45.\overline{38}.38\}$, $\xi_4 = \{25\overline{7}7\}$, $\tau_8 = \{4.30.\overline{29}.29\}$ und die bereits an Krystall D beobachtete $T_1 = \{44.30.\overline{71}.44\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(43.3.\overline{16}.16) : (10\overline{11})$	$= 8^0 44'$	$8^0 \ 2'$
$(23.45.\overline{38}.38) : (10\overline{11})$	$28 \ 16$	$28 \ 20$
$(25\overline{7}7) : (10\overline{11})$	$33 \ 30$	$33 \ 49$
$(44.30.\overline{71}.44) : (10\overline{11})$	$23 \ 20$	$23 \ 14$
$(4.30.\overline{29}.29) : (01\overline{11})$	$1 \ 26$	$1 \ 23$
$(4.30.\overline{29}.29) : (11\overline{2}1)$	$27 \ 29$	$27 \ 29$

Krystall H zeigt ebenfalls T_1 (beob. W. $23^0 40'$), ferner die schon bekannten, aber seltenen Formen $\{0.10.\overline{10}.1\}$, $\{0.11.\overline{11}.1\}$, $\{12\overline{3}1\}$ und $\{3.8.\overline{11}.3\}$.

Krystall I ist nicht sicher zu orientiren; von den beiden kleinen Trapezoëderflächen, welche an demselben auftreten, ist nur eine messbar und ist entweder $\{72\overline{9}7\}$ oder $\{29\overline{7}7\}$.

An Krystalle J sind besonders die Rhomboëder entwickelt; seine Combination ist die folgende: $\{10\overline{1}1\}$, $\{50\overline{5}4\}$, $\{10.0.\overline{10}.1\}$, $\{01\overline{1}1\}$, $\{07\overline{7}5\}$, $\{0.43.\overline{13}.7\}$ von Des Cloizeaux als zweifelhaft angegeben, $\{07\overline{7}3\}$, $\{05\overline{5}4\}$, $\{08\overline{8}4\}$, $\{0.10.\overline{10}.1\}$ nach Des Cloizeaux zweifelhaft, $\{10\overline{1}0\}$, $\{11\overline{2}1\}$, $\{3.8.\overline{11}.3\}$, $\{32\overline{5}3\}$, $\{0.44.\overline{11}.10\}$ neu, $\{0.44.\overline{11}.7\}$ ebenso.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(0.44.\overline{11}.10) : (01\overline{11})$	$= 2^0 37'$	$2^0 32'$
$(0.44.\overline{11}.7) : (01\overline{11})$	$11 \ 36$	$11 \ 12$

An Krystall K ist die grösste Rhomboëderfläche unterbrochen durch eine gerundete, von gekrümmten Kanten begrenzte Fläche, welche je nach dem Vorzeichen der ersteren zu $\{13\overline{4}4\}$ oder zu $\{34\overline{4}4\}$ gehören würde.

Krystall L zeigt eine Fläche der seltenen Form $\tau_1\{15\overline{4}4\}$ und ein Rhomboëder, dessen Winkel zu $\{10\overline{1}0\}$ zu $43^0 22' - 44^0 16'$ gefunden und dem daher das neue Symbol $(0.19.\overline{19}.11)$ gegeben wurde.

An Krystall M treten ausser den seltenen und zum Theil bisher angezeigten Rhomboëdern $\{16.0.\overline{16}.13\}$, $\{20\overline{2}4\}$, $\{26.0.\overline{26}.11\}$, $\{14.0.\overline{14}.3\}$, $\{0.44.\overline{11}.1\}$ zwei neue auf: $\{70\overline{7}4\}$ und $\{0.27.\overline{27}.23\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(70\bar{7}4):(10\bar{1}1) = 43^{\circ}59'$		$44^{\circ}20'$
$(0.27.\bar{2}7.23):(04\bar{1}1) \quad 4 \quad 22$		$4 \quad 14$
$(0.27.\bar{2}7.23):(41\bar{2}1) \quad 27 \quad 43$		$27 \quad 50$

Das Krystallfragment N zeigt zwischen $(10\bar{1}1)$ und $(04\bar{1}1)$ eine neue Fläche, deren Symbol, je nach der Deutung der beiden primären Rhomboëderflächen, entweder $\{46\bar{7}7\}$ oder $\{19.3.\bar{2}2.22\}$; sie bildet mit jenen beiden Flächen $40^{\circ}8'$ resp. $5^{\circ}58'$ (ber. $40^{\circ}6'$ resp. $6^{\circ}10'$).

Der Krystall P ist bemerkenswerth durch das Auftreten der spitzen Rhomboëder $\{40\bar{4}1\}$, $\{50\bar{5}1\}$, $\{26.0.\bar{2}6.11\}$ und $\{41.0.\bar{4}1.11\}$, von denen das letzte neu ist. Dasselbe gab den Winkel zu $\{40\bar{4}1\} = 26^{\circ}49'$ (ber. $26^{\circ}47'$).

Krystall T zeigt eine grosse Fläche des neuen Rhomboëders $\{43.0.\bar{4}3.4\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(43.0.\bar{4}3.4):(10\bar{1}1) = 34^{\circ}45'$		$35^{\circ}5'$
$(43.0.\bar{4}3.4):(41\bar{2}1) \quad 35 \quad 43$		$35 \quad 42$

Endlich wurden noch an anderen, nicht näher beschriebenen Krystallen verschiedene seltene Formen und ein bisher noch nicht beobachtetes Rhomboëder $\{41.0.\bar{1}1.2\}$ gefunden. Die folgende Zusammenstellung enthält die sämmtlichen am Quarz von Meylan nachgewiesenen Formen mit ihrer Bezeichnung nach Des Cloizeaux, Miller und Bravais, sowie den Namen des Autors.

Positive Rhomboëder:

p	$\{400\}$	$\{40\bar{1}1\}$	
e^{15}	$\{15.1.\bar{1}\}$	$\{46.0.\bar{4}6.43\}$	Des Cloizeaux
e^7	$\{7\bar{1}1\}$	$\{8085\}$	Gonnard
e^6	$\{6\bar{1}1\}$	$\{7074\}$	-
$e^{\frac{11}{2}}$	$\{11.\bar{2}.\bar{2}\}$	$\{43.0.\bar{4}3.7\}$	Des Cloiz.
e^5	$\{5\bar{1}1\}$	$\{20\bar{2}1\}$	
$e^{\frac{21}{5}}$	$\{21.\bar{5}.\bar{5}\}$	$\{26.0.\bar{2}6.11\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{31}{6}}$	$\{31.\bar{1}0.\bar{1}0\}$	$\{41.0.\bar{4}1.11\}$	Gonnard
$e^{\frac{31}{11}}$	$\{31.\bar{1}1.\bar{1}1\}$	$\{44.0.\bar{4}4.3\}$	Des Cloiz.
e^3	$\{3\bar{1}1\}$	$\{40\bar{4}1\}$	
$e^{\frac{11}{4}}$	$\{11.\bar{4}.\bar{4}\}$	$\{50\bar{5}1\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{8}{3}}$	$\{8\bar{3}3\}$	$\{41.0.\bar{4}1.2\}$	Gonnard
$e^{\frac{7}{3}}$	$\{7\bar{3}3\}$	$\{40.0.\bar{4}0.4\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{9}{4}}$	$\{9\bar{4}4\}$	$\{43.0.\bar{4}3.4\}$	-

Negative Rhomboëder:

$e^{\frac{1}{2}}$	$\{22\bar{1}\}$	$\{04\bar{1}1\}$	
$e^{\frac{4}{3}}$	$\{77\bar{4}\}$	$\{041.\bar{4}1.40\}$	Gonnard
$e^{\frac{31}{30}}$	$\{50.50.\bar{3}1\}$	$\{0.27.\bar{2}7.23\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{3}{4}}$	$\{44\bar{3}\}$	$\{07\bar{7}5\}$	-
$e^{\frac{19}{13}}$	$\{13.13.\bar{1}0\}$	$\{0.23.\bar{2}3.46\}$	-
$e^{\frac{5}{6}}$	$\{66\bar{5}\}$	$\{041.\bar{4}1.7\}$	Gonnard
$e^{\frac{19}{10}}$	$\{10.10.\bar{9}\}$	$\{049.\bar{4}9.11\}$	-
$e^{\frac{19}{20}}$	$\{20.20.\bar{1}9\}$	$\{043.\bar{4}3.7\}$	Des Cloiz.
e^1	$\{44\bar{1}\}$	$\{02\bar{2}1\}$	
$e^{\frac{11}{10}}$	$\{10.10.\bar{1}1\}$	$\{0773\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{3}{2}}$	$\{22\bar{3}\}$	$\{05\bar{5}1\}$	-

$e^{\frac{2}{3}}$	$\{33\bar{5}\}$	$\{08\bar{8}4\}$	Des Cloiz.
$e^{\frac{1}{3}\frac{9}{11}}$	$\{11.11.1\bar{9}\}$	$\{0.10.1\bar{0}.1\}$	-
$e^{\frac{7}{3}}$	$\{44\bar{7}\}$	$\{0.11.1\bar{1}.1\}$	G. Rose

Obere Trapezoëder der Zone $e^{\frac{1}{2}}se^2$:

H_0	$\{15.2.1\}$	$\{13.3.1\bar{6}.16\}$	Gonnard
H_1	$\{14.2.1\}$	$\{41\bar{5}5\}$	Des Cl. (d_5 Websky)
H_2	$\{11.2.1\}$	$\{31\bar{4}4\}$	- (d_3 -)
H_4	$\{42.10.5\}$	$\{32.15.4\bar{7}.47\}$	Gonnard
γ_0	$\{33.10.5\}$	$\{23.15.3\bar{8}.38\}$	-
H_5	$\{62\bar{1}\}$	$\{43\bar{7}7\}$	-
H_6	$\{21.8.4\}$	$\{13.12.2\bar{5}.25\}$	-
ξ_1	$\{17.8.4\}$	$\{34\bar{7}7\}$	Termier
ξ_2	$\{19.10.5\}$	$\{35\bar{8}8\}$	Gonnard
ξ_3	$\{18.10.5\}$	$\{8.15.2\bar{3}.23\}$	-
γ_1	$\{74\bar{2}\}$	$\{12\bar{3}3\}$	Des Cl. (γ_1 Websky)
ξ_4	$\{16.10.5\}$	$\{25\bar{7}7\}$	Gonnard
β_1	$\{32\bar{1}\}$	$\{13\bar{4}4\}$	vom Rath
β	$\{20.14.7\}$	$\{27\bar{9}9\}$	Des Cloiz.
γ_4	$\{54\bar{2}\}$	$\{16\bar{7}7\}$	Gonnard
β_5	$\{12.10.5\}$	$\{2.15.1\bar{7}.17\}$	-
β_6	$\{11.10.5\}$	$\{1.15.1\bar{6}.16\}$	-
τ_8	$\{19.20.1\bar{0}\}$	$\{1.30.2\bar{9}.29\}$	-
τ_1	$\{7.10.5\}$	$\{15\bar{4}4\}$	Des Cloiz.

Unteres Trapezoëder derselben Zone:

γ_1'	$\{12.5.6\}$	$\{17.4.1\bar{8}.1\}$	Gonnard
-------------	--------------	-----------------------	---------

Trigonale Bipyramide:

s	$\{41\bar{2}\}$	$\{11\bar{2}1\}$
-----	-----------------	------------------

Obere Trapezoëder der Zone pse^2 :

t_4	$\{28.1.2\}$	$\{9.1.1\bar{0}.9\}$	Des Cloiz. (s. S. 317 unten)
t_3''	$\{23.1.2\}$	$\{23.3.2\bar{5}.22\}$	Gonnard
T_3	$\{13.2.4\}$	$\{11.6.1\bar{7}.11\}$	-
T_2'	$\{31.5.1\bar{0}\}$	$\{26.15.4\bar{1}.26\}$	-
t'	$\{29.5.1\bar{0}\}$	$\{8.5.1\bar{3}.8\}$	-
t	$\{11.2.4\}$	$\{32\bar{5}3\}$	Des Cloiz.
T_1	$\{51.10.2\bar{0}\}$	$\{41.30.7\bar{1}.41\}$	Gonnard
T_0	$\{24.5.1\bar{0}\}$	$\{19.15.3\bar{4}.19\}$	-

Untere Trapezoëder derselben Zone:

ε	$\{52\bar{4}\}$	$\{12\bar{3}1\}$
φ	$\{17.8.1\bar{6}\}$	$\{3.8.1\bar{1}.3\}$

Prisma:

e^2	$\{11\bar{2}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	Ref.: P. Groth.
-------	-----------------	------------------	-----------------

XVII. Ueber einige bemerkenswerthe Combinationen am Kupferkies aus Cornwall.

Von

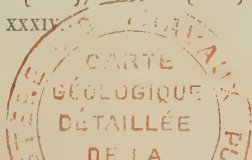
W. J. Lewis, M. A., Trinity Coll., Cambridge,
und A. L. Hall, B. A., Dulwich Coll. bei London.

(Mit 9 Textfiguren.)

Während eines kürzlichen Aufenthaltes in Cornwall lenkte Herr James Wickett die Aufmerksamkeit des Herrn Prof. Lewis auf einige flächenreiche Krystalle des Kupferkieses, welche vor kurzer Zeit im Carn-Brea-Bergwerke in der Nähe von Redruth gefunden worden waren. Unter den von dem mineralogischen Museum in Cambridge angekauften Stücken zeigen ungefähr 30 Krystalle dieselbe complicirte Entwicklung, infolge deren diese Vorkommnisse schlecht entwickelten Pentagondodekaëdern von Pyrit ähnlich sind. In Folge dünner Oxydschichten sind die Krystalle vielfach purpur und blau angelaufen; ausserdem ist dieses Mineral zusammen mit kleinen glänzenden Krystallen ($\{100\}$ und $\{111\}$) von Hämatit auf einer Chalybitmasse aufgewachsen, die an der Oberfläche in kleine linsenförmige Krystalle ausläuft.

Einfache Krystalle.

Die meisten dieser Krystalle weisen einen auffallend sphenoidalen Habitus auf, bedingt durch das Vorherrschen zweier Formen. Diese bestehen in manchen Fällen aus einem sehr stumpfen und einem sehr spitzen Sphenoid; in anderen Exemplaren tritt an Stelle des stumpfen Sphenoids das Pinakoid oder das mit den Flächen eines stumpfen Sphenoids alternirende Pinakoid. Die Flächen des ersteren gehören zu den Formen: $l = x\{114\}$, $\lambda = x\{229\}$, $\gamma = x\{115\}$ oder $\beta = x\{118\}$. Eine der folgenden Formen bildet das spitze Sphenoid: $\varrho = x\{553\}$, $r = x\{332\}$, $t = x\{221\}$, $f = x\{552\}$, $u = x\{441\}$, $F = x\{551\}$, $T = x\{22\bar{1}\}$.



Die Flächen obiger Sphenoides, des Pinakoids $c\{001\}$ und vielfach des Prismas $m\{110\}$ sind deutlich gestreift parallel den durch die Flächen einer verticalen Zone gebildeten Kanten. Diese Streifung verursachte eine grosse Schwierigkeit in der Bestimmung der Formensymbole. Eine zweite Schwierigkeit kam dadurch hinzu, dass Messungen zwischen tauzonalen Flächen auf gegenüberliegenden Seiten der Hauptaxe oft eine Abweichung von 4^0 bis 5^0 ergaben; und gelegentlich liess sich feststellen, dass auf der einen Seite die Fläche (441) oder (551) stark ausgebildet war, während auf der anderen Seite die Fläche $(\bar{1}\bar{1}0)$ stark hervortrat. Gewöhnlich zeigt sich das Sphenoid $o = x\{1\bar{1}\bar{1}\}$ mit stets sehr kleinen, jedoch ziemlich streifenlosen Flächen, und Messungen in Bezug auf dieselben und auf Flächen in angrenzenden verticalen Zonen ermöglichten eine Controle der Symbolbestimmungen für die letzteren Flächen. Das Sphenoid $T = x\{22\bar{1}\}$ zeigt sich oft, jedoch stets mit matten Flächen. Flächen einer der beiden Pyramiden $e\{101\}$ und $x\{201\}$ erscheinen oft als kleine Dreiecke; dieselben ersetzen die Flächenwinkel an den Enden der horizontalen Kanten, in denen die Flächen des stumpfen Sphenoids oder des Pinakoids diejenigen des spitzen Sphenoids schneiden. Die Ebenen x sind jedesmal in einer der Durchschnittskante mit einer angrenzenden Fläche (111) parallelen Richtung gestreift; jede Ebene e parallel der Kante der anliegenden Fläche $(1\bar{1}1)$. Gewöhnlich sind die Flächen dieser Formen glänzend, jedoch wurde die Brauchbarkeit derselben zur Bestimmung der Symbole gewisser Flächen oder zur Bestätigung des Zwillingsgesetzes von der Streifung beeinträchtigt.

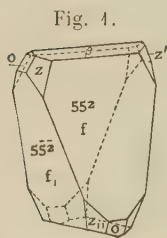


Fig. 4 stellt einen sehr kleinen Krystall dar, an welchem die Formen $\beta = x\{118\}$, $f = x\{552\}$, $o = x\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $x = \{201\}$ sicher festgestellt wurden. Eine genaue Prüfung der Flächenwinkel, an denen sich die Flächen x vorfinden, erweist das Vorkommen zweier oder dreier weiterer Formen, deren stark gestreifte Flächen genaue Messungen unmöglich machen. Bestimmungen der Winkel zwischen den Flächen einer dieser Formen und denen der Form x stimmen ziemlich gut mit den durch die Form $x\{825\}$ bedingten Winkeln überein. Flächen einer anderen Form gehören $e\{101\}$ an. Diese beiden weniger entwickelten Formen sind in der Zeichnung weggelassen worden. Die Flächen z sind nach einer den Kanten der vorliegenden Flächen der Form $x\{825\}$ parallelen Richtung gestreift.

Die Messungen an einem zweiten Krystalle ergeben die Formen $\lambda = x\{229\}$, $\gamma = x\{332\}$, $m\{110\}$, $T = x\{22\bar{1}\}$. Gut ausgebildete und gleich den Flächen z des ersten Krystalles gestreifte Flächen σ ersetzen die Ecken, in denen λ , r und T zusammenstossen. Bestimmungen an homologen Ebenen σ ergeben jedoch merkliche Abweichung von $e\{101\}$; die Resultate stimmen vielmehr nahezu mit den durch die Form $\{42.412\}$ bedingten Werthen

überein. Eine gleiche Flächenverschiebung aus der durch die Pyramide bestimmten Stellung wurde an einer der weiter unten beschriebenen Zwillingungsverwachungen beobachtet.

Ein dritter Krystall besitzt eine starke Ausbildung des Pinakoids $c\{001\}$ und des Sphenoids $F = \alpha\{551\}$, während die Flächen des Sphenoids $\lambda = \alpha\{229\}$ aus schmalen, die Kanten des stumpfen Sphenoids der Zone $[cF]$ abstumpfenden Ebenen bestehen; ferner treten das Sphenoid $o = \alpha\{111\}$ und die Pyramide $e\{101\}$ mit sehr kleinen Flächen auf. Die Indices der Form λ wurden aus Messungen der Winkel $o : \lambda$ bestimmt, wegen der starken Streifung der Flächen λ und des Pinakoides nach der gemeinsamen Durchschnittskante. An diesem, sowie an anderen untersuchten Krystallen scheint im Allgemeinen die Fläche c beträchtlich verschoben zu sein. So ergab sich z. B. $c : \lambda'(\bar{2}\bar{2}9)$ zu $160^\circ 4'$ und $c : \lambda(229)$ zu $180^\circ 48'$. Dass diese Verschiebung in der Fläche c zu suchen ist, ergab sich aus Bestimmungen der Winkel $o\lambda$ und $o\lambda'$; es wurde ermittelt $o\lambda = 56^\circ 7'$ und $o\lambda' = 56^\circ 20'$.

Fig. 2 stellt einen Krystall mit annähernd kubischem Habitus dar. Nach Messungen mittelst Anlegegoniometers ergeben sich die folgenden Formen: $\alpha\{551\}$, $\{001\}$, $\{201\}$, $\{100\}$. Die Flächen o und α sind sehr untergeordnet, und ein Flächenpaar der letzteren Form wechselt jedesmal mit Flächen des tetragonalen Prismas $\{100\}$ derart ab, dass sich eine scheinbar tief gefurchte, die schrägen Kanten des spitzen Sphenoides abstumpfende Fläche ergibt. Die relativen Dimensionen zwischen diesen alternirenden Flächen und denen des Sphenoids sind in der Zeichnung stark übertrieben. An einigen Krystallen von diesem Habitus erscheinen die Sphenoiden $\alpha\{441\}$ oder $\alpha\{552\}$; gelegentlich fanden wir auch das Prisma $\{110\}$. Manchmal zeigen die Krystalle eine unregelmässige Ausbildung, verursacht durch das Vorherrschen zweier oder dreier Flächen des spitzen Sphenoids in Begleitung einer oder zweier Flächen des Prismas $\{110\}$. So sind unsere Krystalle bisweilen begrenzt durch das Pinakoid $\{001\}$, ein Paar gegenüberliegender Flächen des Sphenoids z. B. (552) , $(\bar{5}\bar{5}\bar{2})$ und ein Paar Prismenflächen $\{110\}$, $(\bar{1}\bar{1}0)$. Solch ein Krystall ist in Fig. 3 abgebildet, welche die relativen Grössen der Flächen annähernd richtig wiedergiebt. Der Krystall ist spitz keilförmig und in der Richtung der Durchschnittskante zweier vorherrschender Flächen des Sphenoids $\alpha\{552\}$ stark in die Länge gezogen.

Fig. 4 repräsentirt in gleichförmiger und normaler Entwicklung den

Fig. 2.

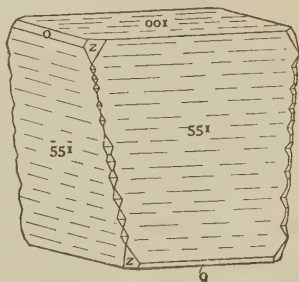
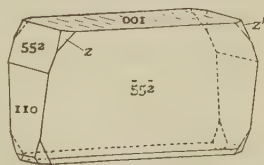
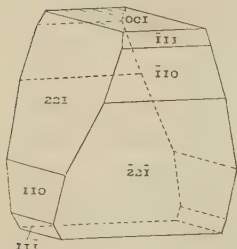


Fig. 3.



durch die Combination der Formen $\{001\}$, $\alpha\{221\}$, $\{440\}$, $\alpha\{4\bar{4}\bar{1}\}$ gewöhnlich entstehenden Habitus. Jedoch sind die Formen meist ungleichmässig ausgebildet; wie in Fig. 8 dargestellt, sind die Flächen der Form $\alpha\{221\}$ manchmal durch ein zwischen zwei Theile derselben Fläche (221) eingeschobenes Stück des Prismas (440) unterbrochen.

Fig. 4.



Zwillinge.

Zwillingsaxe ist die Normale der Sphenoidfläche

$$o = \alpha\{4\bar{4}\bar{1}\}.$$

Durch die starke Ausbildung des stumpfen Sphenoids entsteht die merkwürdige Aehnlichkeit, welche die bemerkenswerthesten der Kupferkieszwillinge mit dem Pyrit zeigen. Meistens sind die Individuen in den Zwillingen dieser Art aneinander gewachsen; jedoch ist die Verbindungsfläche selten eine bestimmte, so dass ein gewisser Grad von Ineingreifen entsteht und Theile des einen Krystalles über den anderen hinausragen. Auch verursacht die grobe Streifung eine beträchtliche Unregelmässigkeit in den beiden Krystallen gemeinsamen Kanten. Durchschneidet man einen der in Fig. 4 und 4 dargestellten Krystalle durch eine zur Zwillingsaxe senkrechte Centralebene, so sind, nach einer halben Umdrehung einer Hälfte um die Zwillingsaxe, die Schnittkanten der Flächen mit der Centralebene nicht alle zusammenlaufend. Angenommen, die Normale zur Ebene $(1\bar{1}1)$ sei Zwillingsaxe, so vertauschen die beiden dieser Axe parallelen Prismenflächen (440) und $(\bar{1}\bar{1}0)$ ihre Lagen und fallen in dem Zwillinge in eine Ebene. Ferner sind die Flächen der Zone $[001, 4\bar{4}\bar{1}]$, welche die Ebene $o(1\bar{1}1)$ enthält, im Zwillingskrystalle tautozonal; ein Paar solcher zusammenstossender Flächen schneiden sich in einer den Kanten der Zone parallelen Linie. So schneidet z. B. an dem in Fig. 5 etwas ideal dargestellten Zwillinge die Fläche $T(221)$ die Fläche $L(1\bar{1}\bar{4})$ in einer einspringenden Kante und nach einer der Kante $[L, L']$ parallelen Richtung. In diesem Zwillinge sind die den beiden complementären Sphenoiden $\alpha\{221\}$ und $\alpha\{2\bar{2}\bar{1}\}$ angehörigen Flächen (221) und $(\bar{2}\bar{2}\bar{1})$ als gleichmässig entwickelt dargestellt auf gegenüberliegenden Seiten der Verwachsungsebene, als welche die zur Zwillingsaxe normale Fläche $(1\bar{1}1)$ angenommen wurde. Dies ist sehr annähernd der Fall in dem Vierlinge, von welchem drei Einzelkrystalle in Fig. 6 abgebildet sind. Gelegentlich sind die Einzelkrystalle so nebeneinandergestellt, dass die Verbindungsebene in jedem Falle einer verschiedenen Form angehörig ist. So ist in mehreren Zwillingen die Combinationsebene $t(221)$ für den einen und $c(001)$ für den anderen Krystall. In Zwillingen dieser Art ist der Krystall, welcher c zur Combinationsebene hat, gewöhnlich kleiner als der andere und schrumpft oft zu solch kleinen Dimensionen

Krystalle um die zur Fläche $(1\bar{1}1)$ Senkrechte verwachsen; der zweite (nach vorn stehend) um die Normale zu $(11\bar{1})$; endlich der dritte, mit dem aufrechten um die Normale zu $(\bar{1}11)$ verwachsen, ist sehr klein und seine Flächen l sind tautozonal mit denen des rechts stehenden Krystalles.

Häufig sind zwei Krystalle mit einem grösseren in der oben für den ersten und dritten beschriebenen Weise verwachsen, d. h. die letzteren sind mit dem mittleren Krystalle um die mit der Fläche (001) des grösseren Krystalles tautozonalen Flächen $(1\bar{1}1)$ und $(\bar{1}11)$ verwachsen. Winkelmessungen in einer derartigen Zone wurden oben angeführt.

Fig. 7.

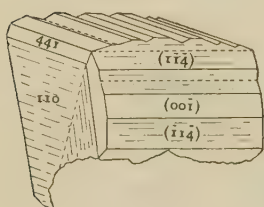
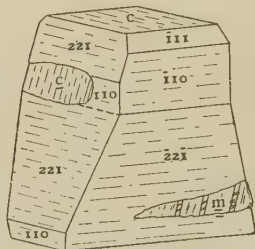


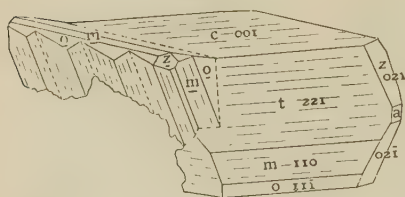
Fig. 8.



Ein Beispiel eines Zwillingings mit schwacher Formenentwicklung ist in Fig. 7 abgebildet. Die sehr unebenen und stark ausgebildeten Pinakoidflächen bestehen hauptsächlich aus Erhebungen, die von abwechselnden Flächen eines stumpfen Sphenoids $\alpha\{118\}$ oder $\alpha\{114\}$ etc. herrühren.

Für das spitze Sphenoid wurde die Form $\alpha\{441\}$ angenommen, und die zusammengesetzte Fläche ist augenscheinlich (110) ; jedoch wurde dieser Krystall wegen seiner unebenen, matten und stark angelaufenen Flächen nur mittelst Anlegegoniometers untersucht. Ein solcher Zwilling ist also Uebergangsstadium zwischen einerseits dem in Fig. 5 und 6 und andererseits dem in Fig. 8 abgebildeten Typus zu betrachten, wo sich die Zwillingstellung nur durch ein in einer Fläche $t(221)$ des anscheinend einfachen Krystalles eingebettetes Stück kundgibt.

Fig. 9.



Einen abweichenden Habitus beobachteten wir in dem durch Fig. 9 erläuterten Zwillinge. Derselbe hat, verglichen mit den anderen, ein so verschiedenes Aussehen, dass die Vermuthung eines neuen Zwillingsgesetzes nahe lag; jedoch ergaben goniometrische Bestimmungen leicht die Nor-

male zur Fläche $(1\bar{1}1)$ als Zwillingssaxe. Fig. 9 giebt ziemlich genau die relativen Grössen der Flächen an.

Ein zweiter in die Fläche $(\bar{2}2\bar{1})$ eingeschobener Keil ist in dem durch Fig. 8 erläuterten Krystalle angegeben. An der Rückseite desselben sieht man einen horizontal gestreiften Flecken, bestehend aus einer mit der Fläche $t'(\bar{2}21)$ anscheinend in derselben Ebene liegenden Fläche \underline{e} . Wären

die Flächen t' und c annähernd in einer Ebene liegend, so müsste die Streifung auf der letzteren eine verticale sein, und es schien, als ob das eingeschobene Stück ausserdem eine Viertelumdrehung um seine eigene Hauptaxe erlitten hätte. Genaue Untersuchung jedoch überzeugte die Verf., dass der anscheinende Parallelismus der beiden Flächen nicht statthatte, und dass das eingeschobene Stück um 180° um die Senkrechte zur Fläche (111) gedreht war. Dies erhellt daraus, dass die Streifen auf der Fläche m der Fläche t (221) sehr annähernd parallel laufen, woraus man folgert, dass die Fläche c , parallel welcher die Streifen laufen, in Wirklichkeit t und nicht t' parallel ist.

Beim Zeichnen solcher hier beschriebener asymmetrischer Zwillinge entsteht eine gewisse Schwierigkeit in der Bestimmung der Richtungen der Kanten, in welchen sich nicht homologe Flächen schneiden. Oft ist es das einfachste, solche Kantenrichtungen zu berechnen durch die Annahme solcher annähernder Parameterwerthe, welche für die Flächen des um die Zwillingaxe gedrehten Krystalls — auf das Axensystem des feststehenden bezogen — rationale Indices ergeben. Herr R. W. H. T. Hudson¹⁾, B. A. St. John's College, hatte die Güte, eine Formel für die Stellung einer Flächen- normale nach einer Drehung um 180° um eine Zwillingaxe abzuleiten, sowie eine zweite allgemeinere Formel, welche sich auf jeden beliebigen Rotationswinkel θ anwenden lässt. Wendet man diese allgemeinen Formeln auf die Kupferkieszwillinge an, so macht man die Voraussetzung, der Krystall habe rechtwinkelige Axen und gleiche Parameter, d. h. man sieht, was diese Berechnungen betrifft, den Krystall als kubisch an. Ist nun die Zwillingaxe die Normale zur Fläche (111) und bedeutet (h, k, l) das Symbol einer Fläche, welche vor der halben Umdrehung um die Zwillingaxe das Symbol (hkl) besitzt, so erhalten wir die neuen Indices unter Benutzung der folgenden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} 3h, &= -3h + 3(h - k + l) \\ 3k, &= -3k + 3(h - k + l) \\ 3l, &= -3l + 3(h - k + l) \end{aligned} \right\} . \quad (1)$$

Für den Kupferkies lassen sich die neuen Indices irgend einer Fläche (hkl) auch leicht berechnen aus dem oben genannten Annäherungswerthe für den Parameter c in Verbindung mit folgenden zwei Beziehungen: 1) Die Fläche ist in ihrer neuen Lage tautozonal mit o und mit ihrer ursprünglichen Stellung; 2) ihr Neigungswinkel zu o bleibt derselbe. Hieraus erhalten wir, wenn (hkl) die Fläche in ihrer ursprünglichen Stellung bedeutet und (h, k, l) dieselbe nach einer halben Drehung um die Senkrechte zur Fläche (111), die folgenden Gleichungen:

1) Siehe dessen Aufsatz S. 339 f.

$$\begin{vmatrix} h, k, l, \\ 1, \bar{1}, 1 \\ h, k, l \end{vmatrix} = 0 \quad (2)$$

$$\cos oP = \frac{h - k + l}{\sqrt{3} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} = \frac{h, -k, +l}{\sqrt{3} \sqrt{h,^2 + k,^2 + l,^2}}. \quad (3)$$

Setzt man nun in Gleichung (3) den aus Gleichung (2) erhaltenen Werth eines — z. B. k , — durch die beiden anderen ausgedrückten Index ein, so bekommt man eine Gleichung zweiten Grades mit den Unbekannten h , und l . Die Wurzeln dieser Gleichung lassen sich leicht berechnen, da dieselbe in zwei lineare Factoren zerfällt, von denen der eine $h, l - h, l$, sein muss. Für die Fläche $l, (\bar{1}\bar{1}\bar{4})$ liefert Gleichung (2) die Beziehung:

$$h, + k, = 0$$

und Gleichung (3) erhält die Form:

$$(4h, + l,)(8h, + 7l,) = 0.$$

Somit ergibt sich $(\bar{7}78)$ als das Symbol für die Fläche in ihrer neuen Lage.

Die folgende Tabelle giebt die Stellung, nach einer halben Drehung um die Senkrechte zur Fläche $o(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$, für die in der zweiten Colonne angegebenen Flächen an.

Ursprüngliche Stellung:	Nach der Drehung:	Ursprüngliche Stellung:	Nach der Drehung:
$l,, (\bar{1}\bar{1}\bar{4})$	$(\bar{1}10)$	$o,, (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	(151)
$c, (00\bar{1})$	$(\bar{2}21)$	$a, (0\bar{1}0)$	(212)
$l, (\bar{1}\bar{1}\bar{4})$	$(\bar{7}78)$	$e (101)$	$(\bar{1}\bar{4}1)$
$t, (2\bar{2}\bar{1})$	(001)	$m (110)$	$(\bar{1}10)$
$m (\bar{1}\bar{1}0)$	$(\bar{1}\bar{1}\bar{4})$	$t (221)$	$(\bar{4}8\bar{1})$
		$l (114)$	$(5.\bar{1}\bar{1}.\bar{4})$

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten der gemessenen Winkel zusammengestellt, jedoch macht die Streifung und Verwitterung der Flächen durchaus zuverlässige Bestimmungen unmöglich.

Gemessene Winkel:	Zahl der Beobachtungen:	Aeusserste Werthe:	Mittelwerth:	Berechnet:
$oc = (111) : (001)$	44	$53^0 47' - 54^0 45'$	$54^0 8'$	$54^0 20'$
$ll' = (114) : (\bar{1}\bar{1}\bar{4})$	6	$37 55 - 39 56$	$38 34$	$38 25$
$\lambda\lambda' = (229) : (\bar{2}\bar{2}9)$	8	$32 17 - 36 10$	$34 24$	$34 24$
$\gamma\gamma' = (115) : (\bar{1}\bar{1}\bar{5})$	2	$29 23 - 29 53$	$29 38$	$31 8$
$\beta\beta' = (118) : (\bar{1}\bar{1}\bar{8})$	4	—	$49 34$	$49 46$
$rr' = (332) : (\bar{3}\bar{3}\bar{2})$	2	$426 59 - 428 4$	$427 32$	$428 52$
$cr = (004) : (332)$	6	$62 53 - 65 0$	$63 49$	$64 26$
$qq' = (553) : (\bar{5}\bar{5}\bar{3})$	4	—	$434 57$	$433 24$

	Gemessene Winkel:	Zahl der Beobachtungen:	Äusserste Werthe:	Mittel- werth:	Berech- net:
cq	$= (001) : (553)$	4	$65^0 35' - 67^0 48'$	$66^0 48'$	$66^0 42'$
tt'	$= (221) : (224)$	4	—	$138\ 54$	$140\ 32$
cl	$= (001) : (224)$	8	$69\ 43 - 71\ 42$	$70\ 20$	$70\ 46$
ff'	$= (552) : (552)$	4	—	$147\ 22$	$147\ 58$
cf	$= (001) : (552)$	2	$72\ 56 - 75\ 45$	$74\ 20$	$73\ 59$
cF	$= (001) : (554)$	4	—	$81\ 6$	$81\ 50$
c,u	$= (001) : (444)$	4	—	$104\ 37$	$100\ 10$
cm	$= (001) : (110)$	4	—	$90\ 32$	$90\ 0$
om	$= (111) : (110)$	7	$35\ 43 - 37\ 44$	$36\ 39$	$35\ 40$
mT	$= (110) : (221)$	4	—	$22\ 25$	$19\ 44$
lq	$= (114) : (553)$	3	$47\ 46 - 48\ 41$	$48\ 2$	$47\ 30$
$tt,$	$= (221) : (224)$	4	—	$97\ 4$	$96\ 33$
cc'	$= (101) : (011)$	4	—	$59\ 27$	$59\ 30$
cc''	$= (101) : (101)$	4	—	$89\ 50$	$89\ 9$
ac	$= (100) : (101)$	4	—	$45\ 45$	$45\ 25$
zz'	$= (201) : (021)$	6	$76\ 30 - 79\ 43$	$78\ 41$	$78\ 41$
oz	$= (111) : (201)$	5	$35\ 44 - 39\ 50$	$38\ 49$	$39\ 6$
mz	$= (110) : (201)$	4	—	$50\ 38$	$50\ 54$
az	$= (100) : (201)$	2	$27\ 26 - 27\ 33$	$27\ 29$	$26\ 54$
zz''	$= (201) : (201)$	4	—	$125\ 41$	$126\ 41$
cl	$= (101) : (114)$	4	$34\ 47 - 33\ 48$	$32\ 3$	$33\ 47$
cl'	$= (101) : (114)$	3	$59\ 40 - 60\ 2$	$59\ 44$	$59\ 22$
$\xi\xi'$	$= (825) : (285)$	4	—	$54\ 59$	$52\ 0$
ol	$= (111) : (229)$	2	$56\ 7 - 56\ 20$	$56\ 43$	$56\ 9$
oc	$= (111) : (101)$	4	—	$35\ 45$	$35\ 4$
oc'	$= (111) : (011)$	4	—	$89\ 44$	$89\ 48$
or	$= (111) : (332)$	4	—	$76\ 46$	$75\ 26$
er	$= (101) : (332)$	4	—	$44\ 46$	$40\ 58$
$\sigma\sigma'$	$(1.12.12) : (12.1.12)$	2	$53\ 37 - 55\ 24$	$54\ 30$	$54\ 4$
$\sigma\sigma''$	$(1.12.12) : (1.12.12)$	2	$89\ 25 - 89\ 50$	$89\ 38$	$89\ 20$
$\sigma\sigma'''$	$(1.12.12) : (12.1.12)$	4	$63\ 0 - 65\ 43$	$63\ 52$	$64\ 54$
$m\sigma$	$= (110) : (1.12.12)$	4	—	$57\ 29$	$57\ 32$
$oo_{,,}$	$= (111) : (111)$	4	—	$109\ 49$	$109\ 52$
$oo,$	$= (111) : (111)$	4	—	$110\ 25$	
$ll,$	$= (114) : (114)$	4	—	$55\ 0$	$54\ 34$
$l'l,$	$= (114) : (114)$	4	—	$54\ 43$	
$ll_{,,}$	$= (114) : (114)$	4	—	$90\ 8$	$90\ 30$
$l'l_{,,}$	$= (114) : (114)$	4	—	$90\ 4$	

XVIII. Ueber Grassmann's Methode der Axendarstellung und ihre Anwendung auf die Lösung gewisser krystallographischer Probleme.

Von

W. J. Lewis in Cambridge, England.

(Mit 2 Textfiguren).

Grassmann bezog in seiner 1829 publicirten Abhandlung »Zur physischen Krystallographie und geometrischen Combinationslehre« einen Krystall auf drei Flächennormalen — Strahlen — als Bezugsaxen, wobei die Parameter die den Axen parallelen Kanten eines Parallelepipedes sind, dessen Diagonale eine bestimmte Länge einer bekannten Normale ist, welche mit keinem Paare der Axenstrahlen coplanar ist. Irgend eine andere Normale wird alsdann dargestellt durch die Diagonale eines ähnlich gebildeten Parallelepipedes, welches zu Kanten parallel den Axen Längen besitzt, welche rationale Vielfache der Parameter sind. Grassmann gab keine Formeln an, durch welche allgemein die Indices von Flächennormalen aus Messungen der Winkel am Krystalle gefunden werden, noch solche zur Bestimmung der Winkel aus den Krystallelementen und Indices. Frankenheim (Crelle's Journal für Mathematik 1832, 8, 178) gab einen Ausdruck für den Cosinus des Winkels zwischen zwei beliebigen Strahlen, aber dieser Ausdruck hat nicht die jetzt gebräuchliche Form. Miller in seiner Abhandlung über die Methode (Proc. Camb. Phil. Soc. 1868, 2, 75), beschränkt sich auf einige allgemeine, auf Zonen bezügliche Probleme. Der Platz, welcher mir in meinem »Treatise on Crystallography 1899« für den Gegenstand zur Verfügung war, erlaubte mir nur, die Beziehung anzugeben, welche die Strahlenparameter mit denen eines auf Zonenaxen bezogenen Krystalles verbindet. Aber die Neigung eines beliebigen Strahles zu den Bezugsaxen und zu irgend einem anderen Strahl kann leicht gefunden werden auf dem Wege, welcher für die ähnlichen Relationen zwischen der Richtung einer Linie und solchen Axen, welche Kanten des Krystalles sind, in Kap. XIX, Arts.

9, 10, 11, 12 und 13 meines Treatise benutzt worden ist. Die Beziehungen, welche sich ergeben, wenn der Krystall auf Axenstrahlen bezogen wird, sind unmittelbar anwendbar auf die durch Goniometermessung erhaltenen Winkel und sind in vieler Hinsicht einfacher, als die in den oben erwähnten Artikeln gegebenen Relationen. Da ausserdem Grassmann's Axendarstellung manche elegante Ausdrücke liefert, welche auf die Auflösung von einigen bei der Bestimmung der Flächensymbole und Winkel der Krystalle vorkommenden Problemen anwendbar sind, so habe ich gedacht, es möchte sich nützlich erweisen, einige der Hauptrelationen aufzustellen.

Wir werden in Folgendem stets annehmen, dass dieselben drei Flächen zur Bestimmung des Axensystems ausgewählt werden, indem die Axenstrahlen deren Normalen und die gewöhnlichen Axen deren Schnittkanten darstellen. Wir werden mit Ox , Oy und Oz die Strahlen bezeichnen, welche respective senkrecht zu den Flächen (100), (010) und (001) sind. OG sei der Parameterstrahl (111), und wir werden ihn senkrecht zu der Fläche (111), bezogen auf Zonenaxen, annehmen. Die Strahlenparameter werden mit a , b , c und die Winkel zwischen den Axenstrahlen mit α , β , γ bezeichnet. Die entsprechenden Parameter und Winkel, wenn der Krystall auf Zonenaxen bezogen wird, seien a_1 , b_1 , c_1 , α_1 , β_1 , γ_1 . Ein beliebiger Strahl (hkl) ist alsdann gegeben durch die Gleichungen

$$\frac{x}{ha} = \frac{y}{kb} = \frac{z}{lc} \quad (1)$$

und die Strahlenparameter sind mit den auf Zonenaxen bezüglichen verbunden durch die Gleichungen

$$\frac{aa}{\sin \alpha} = \frac{bb}{\sin \beta} = \frac{cc}{\sin \gamma} \quad (2)$$

oder die mit ihnen äquivalenten

$$\frac{aa}{\sin \alpha_1} = \frac{bb}{\sin \beta_1} = \frac{cc}{\sin \gamma_1} \quad (2^*)$$

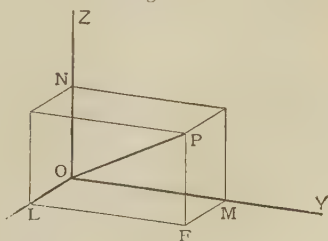
Satz I. Es ist die Länge eines gegebenen Strahles (hkl) durch die Indices, die Strahlenparameter und die Winkel zwischen den Axenstrahlen auszudrücken.

Es sei $OLPN$ das Parallelepiped, welches OP als Diagonale und als Kanten parallel den Axen die Längen hat:

$$\begin{aligned} OL = FM = ha, \quad OM = LF = kb, \\ ON = PF = lc. \end{aligned} \quad (3)$$

Die Neigung von OP zu den Axen Ox , Oy , Oz soll mit λ , resp. μ , ν bezeichnet werden.

Fig. 4.



Da die Summe der orthogonalen Projectionen der drei Kanten OL , LF und FP auf OP gleich der Länge OP sein muss, so haben wir

$$OP = OL \cos \lambda + LF \cos \mu + FP \cos \nu \\ = ha \cos \lambda + kb \cos \mu + lc \cos \nu. \quad (4)$$

Ferner erhalten wir, wenn wir die orthogonalen Projectionen von OP und der drei erwähnten Kanten des Parallelepipeds auf jeden der Axenstrahlen abwechselnd nehmen, die folgenden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} OP \cos \lambda &= OL + LF \cos \gamma + FP \cos \beta = ha + kb \cos \gamma + lc \cos \beta \\ OP \cos \mu &= ha \cos \gamma + kb + lc \cos \alpha \\ OP \cos \nu &= ha \cos \beta + kb \cos \alpha + lc \end{aligned} \right\} \cdot (5)$$

Multipliziert man beide Seiten von (4) mit OP und führt die Werthe von $OP \cos \lambda$, etc. aus (5) ein, so erhält man:

$$OP^2 = ha(ha + kb \cos \gamma + lc \cos \beta) + kb(ha \cos \gamma + kb + lc \cos \alpha) \\ + lc(ha \cos \beta + kb \cos \alpha + lc) = \Sigma h^2 a^2 + 2 \Sigma k l b c \cos \alpha. \quad (6)$$

Satz II. Es sind die Richtungscosinus eines beliebigen Strahles und die Relation gesucht, welche zwischen ihnen und den Winkeln zwischen den Axenstrahlen besteht.

Die Richtungscosinus werden gefunden, indem man in (5) den in (6) gegebenen Werth von OP einsetzt, dieselben sind daher:

$$\left. \begin{aligned} \cos \lambda &= \frac{ha + kb \cos \gamma + lc \cos \beta}{\sqrt{\Sigma h^2 a^2 + 2 \Sigma k l b c \cos \alpha}} \\ \cos \mu &= \frac{ha \cos \gamma + kb + lc \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma h^2 a^2 + 2 \Sigma k l b c \cos \alpha}} \\ \cos \nu &= \frac{ha \cos \beta + kb \cos \alpha + lc}{\sqrt{\Sigma h^2 a^2 + 2 \Sigma k l b c \cos \alpha}} \end{aligned} \right\} \cdot (7)$$

Die Gleichungen (4) und (5) gelten für einen beliebigen Strahl. Eliminiert man daher OP , ha , kb , lc aus den vier Gleichungen, so erhält man die zwischen den Richtungscosinus bestehende Relation; diese ist

$$A_1 = \begin{vmatrix} 1 & \cos \lambda & \cos \mu & \cos \nu \\ \cos \lambda & 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \mu & \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \nu & \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix} = 0. \quad (8)$$

Satz III. Es sind die Indices eines beliebigen Strahles durch die Winkel, welche derselbe mit den Axenstrahlen bildet, auszudrücken.

Löst man die Gleichungen (5) für ha , kb , lc auf, so erhält man

$$ha \div \begin{vmatrix} \cos \lambda & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \mu & 1 & \cos \alpha \\ \cos \nu & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix} = kb \div \begin{vmatrix} 1 & \cos \lambda & \cos \beta \\ \cos \gamma & \cos \mu & \cos \alpha \\ \cos \beta & \cos \nu & 1 \end{vmatrix}$$

$$= l\mathbf{c} \div \begin{vmatrix} 1 & \cos \beta & \cos \lambda \\ \cos \gamma & 1 & \cos \mu \\ \cos \beta & \cos \alpha & \cos \nu \end{vmatrix} = OP \div \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix}. \quad (9)$$

Ferner erhält man, wenn man den Werth von OP , wie er in (4) gegeben ist, in die Gleichungen (5) einsetzt, die folgenden, unter Umständen verwendbaren Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} h\mathbf{a} \sin^2 \lambda + k\mathbf{b}(\cos \gamma - \cos \lambda \cos \mu) + l\mathbf{c}(\cos \beta - \cos \lambda \cos \mu) &= 0 \\ h\mathbf{a}(\cos \gamma - \cos \lambda \cos \mu) + k\mathbf{b} \sin^2 \mu + l\mathbf{c}(\cos \alpha - \cos \mu \cos \nu) &= 0 \\ h\mathbf{a}(\cos \beta - \cos \lambda \cos \nu) + k\mathbf{b}(\cos \alpha - \cos \mu \cos \nu) + l\mathbf{c} \sin^2 \nu &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad (10)$$

Satz IV. Gesucht die Gleichung der zu einem Strahle (hkl) senkrechten Ebene, d. h. der Fläche (hkl) .

Die Ebene möge durch den Punkt P gehen, d. h. den Endpunkt der Diagonalen des Parallelepipeds mit den Kanten $h\mathbf{a}$, $k\mathbf{b}$, $l\mathbf{c}$, und der Strahl möge mit den Axenstrahlen die Winkel λ , μ , ν bilden.

Die Summe der orthogonalen Projectionen der Coordinaten x , y , z eines beliebigen in der Ebene liegenden Punktes auf OP ist gleich OP .

$$\therefore OP = x \cos \lambda + y \cos \mu + z \cos \nu.$$

Führt man die Werthe von $\cos \lambda$, $\cos \mu$, $\cos \nu$ aus (5) und den Werth von OP^2 aus (6) ein, so erhält man

$$\begin{aligned} (x - h\mathbf{a})(h\mathbf{a} + k\mathbf{b} \cos \gamma + l\mathbf{c} \cos \beta) + (y - k\mathbf{b})(h\mathbf{a} \cos \gamma + k\mathbf{b} + l\mathbf{c} \cos \alpha) \\ + (z - l\mathbf{c})(h\mathbf{a} \cos \beta + k\mathbf{b} \cos \alpha + l\mathbf{c}) = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Die parallele Ebene durch den Ursprung ist:

$$\begin{aligned} x(h\mathbf{a} + k\mathbf{b} \cos \gamma + l\mathbf{c} \cos \beta) + y(h\mathbf{a} \cos \gamma + k\mathbf{b} + l\mathbf{c} \cos \alpha) \\ + z(h\mathbf{a} \cos \beta + k\mathbf{b} \cos \alpha + l\mathbf{c}) = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Satz V. Gesucht der Winkel φ zwischen zwei beliebigen Strahlen (hkl) und $(h_1 k_1 l_1)$.

OP in Fig. 4 sei der Strahl (hkl) , und seine Neigung zu den Axenstrahlen sei λ resp. μ , ν . Dann gelten für ihn die in den vorhergehenden Sätzen gegebenen Relationen. Wenn man annimmt, dass der Strahl $(h_1 k_1 l_1)$ durch die Diagonale OP_1 eines ähnlichen Parallelepipeds gegeben sei und dass seine Richtungswinkel λ_1 , μ_1 , ν_1 seien, so muss die orthogonale Projection von OP auf OP_1 gleich der Summe aus den Projectionen der Kanten OL , LF , FP auf OP_1 sein.

$$\begin{aligned} \text{Daher: } OP \cos \varphi &= OL \cos \lambda_1 + LF \cos \mu_1 + FP \cos \nu_1 \\ &= h\mathbf{a} \cos \lambda_1 + k\mathbf{b} \cos \mu_1 + l\mathbf{c} \cos \nu_1. \end{aligned} \quad (13)$$

Aber $\cos \lambda_1$, $\cos \mu_1$, $\cos \nu_1$, OP_1 sind miteinander verbunden durch Gleichungen, welche ähnlich den in (5) gegebenen sind. Multipliziert man beide Seiten von (13) mit OP_1 und ersetzt $OP_1 \cos \lambda_1$ etc. durch ihre Werthe, so erhält man:

$$OP.OP_1 \cos \varphi = h\mathbf{a}(l_1\mathbf{a} + k_1\mathbf{b} \cos \gamma + l_1\mathbf{c} \cos \beta) \\ + k\mathbf{b}(h_1\mathbf{a} \cos \gamma + k_1\mathbf{b} + l_1\mathbf{c} \cos \alpha) + l\mathbf{c}(h_1\mathbf{a} \cos \beta + k_1\mathbf{b} \cos \alpha + l_1\mathbf{c}).$$

Folglich:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma h h_1 a^2 + \Sigma b c (k l_1 + l k_1) \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma h^2 a^2 + 2 \Sigma k l b c \cos \alpha} \sqrt{\Sigma h_1^2 a^2 + 2 \Sigma k_1 l_1 b c \cos \alpha}}. \quad (14)$$

Dieser Ausdruck ist einfacher und übersichtlicher als irgend einer der Ausdrücke (44) und (47) auf S. 569 und 570 meines Treatise on Crystallography. Ferner kann er leicht in jeden von ihnen umgewandelt werden mit Hülfe der Relationen (2). So ist, um (47) zu erhalten, für \mathbf{a} , \mathbf{b} , \mathbf{c} nur nöthig ihre Werthe aus (2) einzusetzen:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma \frac{h h_1}{a^2} \sin^2 \alpha + \Sigma \frac{k l_1 + l k_1}{b c} \sin \beta \sin \gamma \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma \frac{h^2}{a^2} \sin^2 \alpha + 2 \Sigma \frac{k l}{b c} \sin \beta \sin \gamma \cos \alpha} \sqrt{\Sigma \frac{h_1^2}{a^2} \sin^2 \alpha + 2 \Sigma \frac{k_1 l_1}{b c} \sin \beta \sin \gamma \cos \alpha}}.$$

Gleichung (44) wird durch eine ähnliche Substitution gefunden mit Hülfe der Relationen eines sphärischen Dreiecks:

$$\cos \alpha = \cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \sin \gamma \cos (A = \pi - \alpha_1), \text{ etc.}$$

Wir werden nun sehen, wie diese Methode auf die Lösung krystallographischer Probleme angewendet werden kann. Es möge ein trikliner Krystall angenommen und verlangt werden, die linearen Elemente aus einigen bekannten Winkeln zu finden. Es sollen die Buchstaben und die Bezeichnung von S. 464 meines Treatise angenommen werden, und es sei die Zone $[BLC] = [010, 001]$ als bekannt vorausgesetzt. Durch Einführung der Indices 0, 1, 1 von L in die 1. und 2. Gleichung (7) erhält man:

$$\cos (AL = 100 : 011) = \frac{b \cos \gamma + c \cos \beta}{\sqrt{b^2 + c^2 + 2bc \cos \alpha}} \quad (15)$$

$$\text{und} \quad \sec^2 (D = 010 : 011) = \frac{b^2 + c^2 + 2bc \cos \alpha}{(b + c \cos \alpha)^2};$$

$$\therefore \operatorname{tg}^2 D = \sec^2 D - 1 = \frac{c^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{(b + c \cos \alpha)^2},$$

$$\therefore \operatorname{tg} D = \frac{c \sin \alpha}{b + c \cos \alpha} \quad (16)$$

$$\text{ferner} \quad \frac{\sin D}{c \sin \alpha} = \frac{\cos D}{b + c \cos \alpha} = \frac{\sin (\alpha - D)}{b \sin \alpha};$$

$$\therefore \frac{b}{c} = \frac{\sin (\alpha - D)}{\sin D} = \frac{\sin D}{\sin D}. \quad (17)$$

Diese Gleichung, welche das Parameterverhältniss $\frac{b}{c}$ liefert, giebt

Grassmann S. 138; aber da er versucht, das Verhältniss mit den Abständen zwischen aufeinander folgenden Partikeln zu verbinden, so differirt sein Ausdruck ein wenig von dem obigen. Er kann mittelst der Relationen (2) leicht in die Gleichungen umgewandelt werden, welche die Parameter auf den correspondirenden Zonenaxen liefern. Der letztere Ausdruck ist:

$$\frac{c \sin \beta}{b \sin \gamma} = \frac{\sin D_1}{\sin D}$$

$$\text{oder} \quad \frac{b}{c} = \frac{\sin BL}{\sin CL} \cdot \frac{\sin CA}{\sin AB}. \quad (18)$$

Durch Einführung der Werthe (101) und (110) in (7) erhalten wir correspondirende Ausdrücke für die anderen Parameterverhältnisse. Diese sind:

$$\frac{c}{a} = \frac{\sin E_1}{\sin E}, \quad \text{und} \quad \frac{a}{b} = \frac{\sin F_1}{\sin F}. \quad (19)$$

Ferner, wenn L gleich $0kl$, so erhalten wir aus der zweiten Gleichung von (7)

$$\cos BL_1 = \frac{k\mathbf{b} + l\mathbf{c} \cos \alpha}{\sqrt{k^2\mathbf{b}^2 + l^2\mathbf{c}^2 + 2kl\mathbf{b}\mathbf{c} \cos \alpha}},$$

$$\text{daraus} \quad \text{tg } BL_1 = \frac{l\mathbf{c} \sin \alpha}{k\mathbf{b} + l\mathbf{c} \cos \alpha} \quad (20)$$

$$\text{und} \quad \frac{\sin BL_1}{\sin (\alpha - BL_1)} = \frac{\sin BL_1}{\sin CL_1} = \frac{l\mathbf{c}}{k\mathbf{b}}. \quad (21)$$

Dividirt man (21) durch (17), so erhält man das anharmonische Verhältniss der vier Pole $\{BL_1, LC\}$, welches ist:

$$\frac{\sin BL_1}{\sin CL_1} \cdot \frac{\sin BL}{\sin CL} = \frac{l}{k}. \quad (22)$$

Die Ableitung specieller Formeln für die Systeme mit grösserer Symmetrie ist leicht. Wir wollen uns hier auf die Betrachtung des rhomboëdrischen Systems beschränken.

Rhomboëdrisches System.

In diesem Systeme werden die Normalen zu den Ebenen der primären trigonalen Pyramide oder des Rhomboëders zu Axenstrahlen gewählt und die dreizählige Axe als Parameterstrahl (111).

Daher $\alpha = \beta = \gamma$; $a = b = c$ werde gleich 1 gesetzt.

Die Gleichungen (5) werden:

$$\left. \begin{aligned} OP \cos \lambda &= h + (k + l) \cos \alpha = h(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha \\ OP \cos \mu &= k(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha \\ OP \cos \nu &= l(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha \end{aligned} \right\}, \quad (23)$$

wo

$$\theta = h + k + l.$$

$$\text{Ferner } OP^2 = \Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl = \theta^2 \cos \alpha + (1 - \cos \alpha) \Sigma h^2. \quad (24)$$

und

$$\left. \begin{aligned} \cos \lambda &= \frac{h(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} \\ \cos \mu &= \frac{k(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} \\ \cos \nu &= \frac{l(1 - \cos \alpha) + \theta \cos \alpha}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} \end{aligned} \right\}, \quad (25)$$

A_1 wird:

$$\begin{aligned} &(1 - \cos \alpha)^2 (1 + 2 \cos \alpha) - (1 - \cos^2 \alpha) \Sigma \cos^2 \lambda \\ &+ 2 \cos \alpha (1 - \cos \alpha) \Sigma \cos \lambda \cos \mu. \end{aligned}$$

Da dies gleich Null ist, erhalten wir als Relation zwischen den Richtungscosinus:

$$(1 + \cos \alpha) \Sigma \cos^2 \lambda - 2 \cos \alpha \Sigma \cos \lambda \cos \mu = (1 - \cos \alpha) (1 + 2 \cos \alpha). \quad (26)$$

Wenn der Strahl mit der dreizähligen Axe coindicirt, so wird $\lambda = \mu = \nu = D = 114 : 400$, dann reducirt sich Gleichung (26) auf:

$$\begin{aligned} 3(1 - \cos \alpha) \cos^2 D &= (1 - \cos \alpha) (1 + 2 \cos \alpha); \\ \therefore 3 \cos^2 D &= 1 + 2 \cos \alpha. \end{aligned} \quad (27)$$

Daher:

$$2 \cos \alpha = \frac{2 - \operatorname{tg}^2 D}{1 + \operatorname{tg}^2 D}. \quad (28)$$

Ferner:

$$3 \sin^2 D = 2(1 - \cos \alpha) = 4 \sin^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (29)$$

Diese letzte Gleichung ist äquivalent der wohlbekannten Formel:

$$\sin \frac{r'r}{2} = \sin 60^\circ \sin D,$$

wo r und r' zwei Pole des primären Rhomboëders sind.

Der Ausdruck (14) für den Cosinus des Winkels zwischen den Strahlen (hkl) und $(h_1 k_1 l_1)$ wird:

$$\cos \varphi = \frac{\Sigma h h_1 + \cos \alpha \Sigma (k l_1 + k_1 l)}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma k l} \sqrt{\Sigma h_1^2 + 2 \cos \alpha \Sigma k_1 l_1}}. \quad (30)$$

Wenn $\cos \alpha$ durch sein in (28) gegebenes Aequivalent ersetzt wird, so erhalten wir die folgenden Ausdrücke für den Cosinus:

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= \frac{2\{\Sigma h h_1 + \Sigma (k l_1 + k_1 l)\} + \operatorname{tg}^2 D \{2 \Sigma h h_1 - \Sigma (k l_1 + k_1 l)\}}{\sqrt{2 \Sigma h^2 + 2 \Sigma k l} + 2 \operatorname{tg}^2 D (\Sigma h^2 - \Sigma k l)} \sqrt{2 (\Sigma h_1^2 + 2 \Sigma k_1 l_1) + 2 \operatorname{tg}^2 D (\Sigma h_1^2 - \Sigma k_1 l_1)} \\ &= \frac{2 \theta \theta_1 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k - l) (k_1 - l_1)}{\sqrt{2 \theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k - l)^2} \sqrt{2 \theta_1^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k_1 - l_1)^2}}, \end{aligned} \quad (31)$$

wo

$$\theta_1 = h_1 + k_1 + l_1.$$

Mittelt der oben gegebenen Gleichungen und der Relationen der sphärischen Dreiecke, welche P mit den Axenpolen und mit den in Fig. 2 bezeichneten Polen C, N, m, m', m'', a' u. s. w. bildet, können wir leicht die allgemein für die Auflösung der auf rhomboëdrische Krystalle bezüglichen Probleme gebräuchlichen Relationen aufstellen.

Oder, wenn man die allgemeinen Gleichungen (30) und (31) anwendet, und wenn C bedeutet (111), so erhält man:

$$\begin{aligned} \cos CP &= \frac{\theta V(1 + 2 \cos \alpha)}{V3\{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl\}} \\ &= \frac{\theta V2}{V2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k - l)^2}. \end{aligned} \quad (32)$$

Transformirt man die erste Gleichung, so erhält man:

$$\operatorname{tg} CP = \frac{V(1 - \cos \alpha) \Sigma (k - l)^2}{\theta V(1 + 2 \cos \alpha)}. \quad (33)$$

Durch Transformation der zweiten Gleichung dagegen ergibt sich:

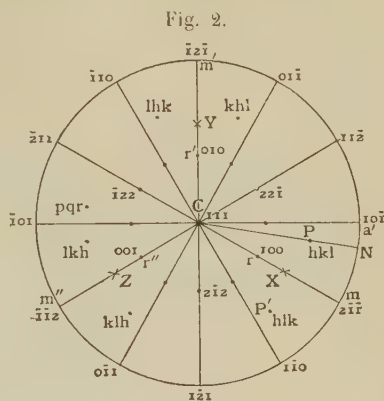
$$\operatorname{tg} CP = \frac{V \Sigma (k - l)^2}{\theta V2} \operatorname{tg} D; \quad (34)$$

und von dieser Formel kann bewiesen werden, dass sie sich ergibt, wenn man $\cos \alpha$ in (33) ersetzt durch sein Aequivalent in Gliedern von $\operatorname{tg} D$.

Es seien ferner $2\xi, 2\eta$ die Winkel der stumpfen, respective der scharfen Polkante eines Skalenoëders $\{hkl\}$ und 2ζ derjenige seiner Mittelkanten, so haben wir:

$$\begin{aligned} \cos 2\xi = \cos (hkl : hlk) &= \frac{h^2 + 2kl + \cos \alpha \{\theta^2 - (h^2 + 2kl)\}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl} \\ &= \frac{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \{3(h^2 + 2kl) - \theta^2\}}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k - l)^2}. \end{aligned} \quad (35)$$

$$\text{Daher } 2 \sin^2 \xi = \frac{2(k - l)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl} = \frac{3(k - l)^2 \operatorname{tg}^2 D}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma (k - l)^2}. \quad (36)$$



Ebenso

$$\begin{aligned}\cos 2\eta &= \cos(hkl : khl) = \frac{l^2 + 2hk + \cos\{\theta^2 - (l^2 - 2hk)\}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl} \\ &= \frac{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \{3(l^2 + hk) - \theta^2\}}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}.\end{aligned}\quad (37)$$

$$\therefore 2 \sin^2 \eta = \frac{2(h-k)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma hl} = \frac{3(h-k)^2 \operatorname{tg}^2 D}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}.\quad (38)$$

Und

$$\begin{aligned}\cos 2\zeta &= \cos(hkl : \bar{l}\bar{k}\bar{h}) = \frac{-(k^2 + 2hl) - \cos \alpha \{\theta^2 - (k^2 + 2hl)\}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl} \\ &= \frac{-2\theta^2 - \operatorname{tg}^2 D \{3(k^2 + 2hl) - \theta^2\}}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}.\end{aligned}\quad (39)$$

Daher

$$2 \cos^2 \zeta = \frac{2(h-l)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl} = \frac{3(h-l)^2 \operatorname{tg}^2 D}{2\theta^2 + \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}.\quad (40)$$

Nun ist jeder der Winkel ξ , η und ζ kleiner als 90° , da jeder der Winkel an den Skalenoëderkanten kleiner als 180° ist. Nehmen wir daher, was wir zu thun berechtigt sind, h , k und l in der Reihenfolge mit abnehmender Grösse und ihre Summe grösser als Eins an, so müssen die positiven Werthe genommen werden, wenn die Quadratwurzeln der Gleichungen (36), (38) und (40) ausgezogen werden. Wir erhalten daher:

$$\left. \begin{aligned}\sin \xi &= \frac{(k-l) \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} = \frac{(k-l) \sqrt{3} \operatorname{tg} D}{\sqrt{4\theta^2 + 2 \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}}; \\ \sin \eta &= \frac{(h-k) \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} = \frac{(h-k) \sqrt{3} \operatorname{tg} D}{\sqrt{4\theta^2 + 2 \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}}; \\ \cos \zeta &= \frac{(h-l) \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} = \frac{(h-l) \sqrt{3} \operatorname{tg} D}{\sqrt{4\theta^2 + 2 \operatorname{tg}^2 D \Sigma(k-l)^2}}.\end{aligned}\right\}\quad (41)$$

Daher:

$$\begin{aligned}\frac{\sin \xi}{k-l} &= \frac{\sin \eta}{h-k} = \frac{\cos \zeta}{h-l} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\Sigma h^2 + 2 \cos \alpha \Sigma kl}} \\ &= [\text{durch Transformation aus (32)}]:\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\sqrt{3} \sin CP}{\sqrt{2 \Sigma(k-l)^2}} &= \frac{\sqrt{3} \operatorname{tg} D}{\sqrt{4\theta^2 + 2 \operatorname{tg}^2 D \Sigma(h-l)^2}} \\ &= [\text{aus (32)}] \frac{\sqrt{3} \operatorname{tg} D \cos CP}{2\theta};\end{aligned}\quad (42)$$

$$\text{und} \quad \sin \xi + \sin \eta = \cos \zeta.\quad (43)$$

XIX. Ueber die Bestimmung der Positionen von Punkten und Ebenen nach einer Drehung um einen bestimmten Winkel und um eine bekannte Axe.

Von

R. W. H. T. Hudson B. A. in Cambridge.

(Mit 4 Textfigur.)

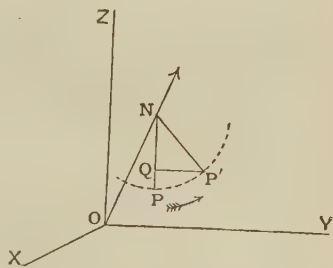
I. Rechtwinkelige Axen.

Man nehme drei zu einander senkrechte Bezugsaxen OX , OY , OZ . Betreffs der positiven Richtung der Drehung um irgend eine Linie ist eine Uebereinkunft zu treffen, und die gewöhnlich angenommene ist die folgende: eine positive Drehung um OX führt OY nach OZ hin, eine solche um OY führt OZ nach OX hin und eine um OZ führt OX nach OY hin. Um den positiven Sinn der Drehung für irgend eine Linie ON zu finden, muss man eine Bewegung von ON annehmen, wodurch sie mit einer der Axen zur Deckung gelangt, z. B. mit OZ , und dann die vorhergehende Regel anwenden.

Nimmt man die Axen, wie in der Figur angegeben, in welcher OX auf den Beobachter zulaufend gedacht ist, so bewirkt eine positive Drehung um irgend eine Linie ON , zusammen mit einer Schiebung parallel ON , eine Rechtsschraubung. Wenn die Axen OX und OY vertauscht würden, so würde die Schraubung eine linke werden.

Die Figur stellt die Ortsveränderung eines Punktes P in die Lage P' dar, welche durch Drehung um einen Winkel φ um ON in positiver Richtung bewirkt wird. Aufgabe ist, die Coordinaten $(x'y'z')$ von P' als Function derjenigen von $P(xyz)$, φ und der gegebenen Richtung ON zu bestimmen.

Es sei $\angle NOX = \lambda$, $\angle NOY = \mu$, $\angle NOZ = \nu$.



PN , $P'N$ sind senkrecht zu ON und $\angle PNP' = \varphi$.

$P'Q$ ist senkrecht zu NP .

Um NO zu finden, bemerken wir, dass es die Projection von OP auf ON ist. Daher:

$$\begin{aligned} NO &= OP \cos PON = OP \left\{ \frac{x}{OP} \cos \lambda + \frac{y}{OP} \cos \mu + \frac{z}{OP} \cos \nu \right\} \\ &= x \cos \lambda + y \cos \mu + z \cos \nu. \end{aligned} \quad (4)$$

Es ist geeignet die Coordinaten von N zu benutzen; diese sind ξ, η, ζ , wo

$$\xi = ON \cos \lambda = (x \cos \lambda + y \cos \mu + z \cos \nu) \cos \lambda$$

$$\eta = ON \cos \mu = (x \cos \lambda + y \cos \mu + z \cos \nu) \cos \mu$$

$$\zeta = ON \cos \nu = (x \cos \lambda + y \cos \mu + z \cos \nu) \cos \nu.$$

Die Richtung von QP' ist gesucht.

Die Richtungscosinus von ON sind $\cos \lambda, \cos \mu, \cos \nu$.

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ - & & - & & - & & NP & - & \frac{x - \xi}{NP}, & \frac{y - \eta}{NP}, & \frac{z - \zeta}{NP}, \end{array}$$

wofür gesetzt werden möge

$$p, \quad q, \quad r.$$

Daher sind diejenigen von QP' , welche senkrecht zu beiden sind:

$$\pm (r \cos \mu - q \cos \nu), \quad \pm (p \cos \nu - r \cos \lambda), \quad \pm (q \cos \lambda - p \cos \mu).$$

Das Vorzeichen wird in jedem Falle bestimmt dadurch, dass, wenn ON durch die Bewegung mit OZ zusammenfällt, und NP in der Richtung OX sich bewegt, alsdann QP' in die Richtung OY gelangt, d. h., wenn $\cos \lambda = 0 = \cos \mu$, $\cos \nu = 1$, $p = 1$, $q = 0 = r$, müssen wir erhalten:

$$\pm (p \cos \nu - r \cos \lambda) = 1.$$

Es muss daher das obere Zeichen genommen werden.

Wir sind jetzt in der Lage, die Coordinaten von P' niederzuschreiben, weil wir die Längen und Richtungen von ON , NQ , QP' kennen.

Nämlich:

$$\begin{aligned} x' &= ON \cos \lambda + NQ \cdot p + QP' (r \cos \mu - q \cos \nu) \\ &= \xi + NP' \cos \varphi \cdot \frac{x - \xi}{NP} + NP' \sin \varphi (r \cos \mu - q \cos \nu) \\ &= \xi + \cos \varphi (x - \xi) + \sin \varphi (x \cos \mu - y \cos \nu) \end{aligned}$$

oder:

$$\begin{aligned} x' - x &= (1 - \cos \varphi) (\xi - x) + \sin \varphi (x \cos \mu - y \cos \nu) \\ \text{ebenso} \quad y' - y &= (1 - \cos \varphi) (\eta - y) + \sin \varphi (x \cos \nu - z \cos \lambda) \\ \text{und} \quad z' - z &= (1 - \cos \varphi) (\zeta - z) + \sin \varphi (y \cos \lambda - x \cos \mu) \end{aligned} \quad (2)$$

worin ξ, η, ζ die oben gefundenen Werthe haben.

Die Relationen (2), welche die neue Position eines beliebigen Punktes angeben, sind in Minchin's Statik 1889, 2, 103 entwickelt, und wir sind oben auch seiner Methode der Beweisführung gefolgt.

Wenn x, y, z als Functionen von x', y', z' gesucht werden, so ist nur nöthig, in den obigen Formeln x und x' etc. zu vertauschen und das Zeichen von φ zu wechseln.

Angenommen, es sei gesucht die neue Position einer Ebene

$$hx/a + ky/b + lz/c = 1.$$

Nun ist der Punkt $h/a, k/b, l/c$ der Pol P dieser Ebene in Bezug auf die Sphäre

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1,$$

und die Relation von Pol und Polare bleibt unverändert bei einer beliebigen Rotation um O . Daher ist die neue Position der Ebene

$$h'x/a + k'y/b + l'z/c = 1,$$

wo $h'a, k'b, l'c$ die Coordinaten der neuen Position P' des ursprünglichen Poles P sind. Dieselben werden daher aus (2) erhalten, und sind:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h'}{a} &= \frac{h}{a} \cos \varphi + ON \cos \lambda (1 - \cos \varphi) + \sin \varphi \left(\frac{l}{c} \cos \mu - \frac{k}{b} \cos \nu \right) \\ \frac{k'}{b} &= \frac{k}{b} \cos \varphi + ON \cos \mu (1 - \cos \varphi) + \sin \varphi \left(\frac{h}{a} \cos \nu - \frac{l}{c} \cos \lambda \right) \\ \frac{l'}{c} &= \frac{l}{c} \cos \varphi + ON \cos \nu (1 - \cos \varphi) + \sin \varphi \left(\frac{k}{b} \cos \lambda - \frac{h}{a} \cos \mu \right) \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

wo $ON = \frac{h}{a} \cos \lambda + \frac{k}{b} \cos \mu + \frac{l}{c} \cos \nu.$

II. Schiefe Axen.

Man nehme rechtwinkelige Axen wie im Falle (1) und gebe den auf sie bezogenen schiefen Axen die Richtungscosinus $(l_1 m_1 n_1), (l_2 m_2 n_2), (l_3 m_3 n_3).$

OP bilde mit den schiefen Axen die Winkel $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, dann ist

$$\cos \theta_i = (l_i x + m_i y + n_i z) \div OP, \quad (i = 1, 2, 3).$$

Gesucht sind die Winkel $\theta_1', \theta_2', \theta_3'$, welche OP' mit den schiefen Axen bildet. Wir haben

$$\cos \theta_i' = (l_i x' + m_i y' + n_i z') \div OP', \quad (i = 1, 2, 3).$$

Durch Multiplication der Formel (2) mit $\frac{l}{OP}$ resp. $\frac{m}{OP}, \frac{n}{OP}$ (unter Weglassung des Index) und Addition erhält man daher:

$$\cos \theta' = \cos \varphi \cos \theta + (1 - \cos \varphi) \frac{l\xi + m\eta + n\zeta}{OP} + \sin \varphi \begin{vmatrix} l & m & n \\ \cos \lambda & \cos \mu & \cos \nu \\ \frac{x}{OP} & \frac{y}{OP} & \frac{z}{OP} \end{vmatrix}.$$

Nun ist, wenn die Rotationsaxe ON mit den schiefen Axen die Winkel $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ bildet:

$$\cos \omega_i = l_i \frac{\xi}{ON} + m_i \frac{\eta}{ON} + n_i \frac{z}{ON}, \quad (i = 1, 2, 3),$$

$$\therefore \cos \theta_i' = \cos \varphi \cos \theta_i + (1 - \cos \varphi) \cos PON \cos \omega_i + \sin \varphi \mathcal{A}_i. \quad (4)$$

Um den Werth von \mathcal{A}_1 zu erhalten, multipliciren wir die Determinanten

$$\begin{vmatrix} l_1 & m_1 & n_1 \\ \cos \lambda & \cos \mu & \cos \nu \\ x & y & z \\ \overline{OP} & \overline{OP} & \overline{OP} \end{vmatrix} \quad \text{und} \quad \begin{vmatrix} l_1 & m_1 & n_1 \\ l_2 & m_2 & n_2 \\ l_3 & m_3 & n_3 \end{vmatrix}$$

mit einander, und erhalten

$$\begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 \\ \cos \theta_1 & \cos \theta_2 & \cos \theta_3 \end{vmatrix}.$$

Nun ist das Quadrat der zweiten Determinante

$$\begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix},$$

dies möge gleich D gesetzt werden.

Folglich ist

$$\mathcal{A}_1 D^{\frac{1}{2}} = \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 \\ \cos \theta_1 & \cos \theta_2 & \cos \theta_3 \end{vmatrix}, \quad (5)$$

in ähnlicher Weise können \mathcal{A}_2 und \mathcal{A}_3 bestimmt werden.

Es erübrigt nur, $\cos PON$ aus $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ und den Winkeln zwischen den schiefen Axen α, β, γ zu berechnen.

Es seien e, f, g die Richtungsverhältnisse von OP .

Man construire ein Parallelepiped, dessen Diagonale OP und dessen Kanten den schiefen Axen parallel sind, und projicire auf ON , so erhält man:

$$\cos PON = e \cos \omega_1 + f \cos \omega_2 + g \cos \omega_3;$$

ferner, wenn man auf die schiefen Axen projicirt, ergibt sich:

$$\cos \theta_1 = e + f \cos \gamma + g \cos \beta$$

$$\cos \theta_2 = e \cos \gamma + f + g \cos \alpha$$

$$\cos \theta_3 = e \cos \beta + f \cos \alpha + g.$$

Durch Elimination von e, f, g erhält man

$$\therefore \begin{vmatrix} \cos PON & \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 \\ \cos \theta_1 & 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \theta_2 & \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \theta_3 & \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix} = 0$$

oder

$$\cos PON \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta & \cos \theta_1 \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha & \cos \theta_2 \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 & \cos \theta_3 \\ \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 & 0 \end{vmatrix} = 0. \quad (6)$$

So ist $\cos PON$ gefunden und das Resultat kann in folgender Weise zusammengefasst werden:

Wenn die Gerade OP , welche mit den Axen die Winkel $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ bildet, durch eine Drehung um den Winkel φ um die Gerade ON , welche mit den Axen die Winkel $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ bildet, in die Position OP' , welche die Richtungswinkel $\theta_1', \theta_2', \theta_3'$ besitzt, übergeführt wird, so ist:

$$\cos \theta_i' = \cos \varphi \cos \theta_i + (1 - \cos \varphi) \cos PON \cos \omega_i + \sin \varphi \mathcal{A}_i, \quad (i=1, 2, 3).$$

Um die neue Position einer beliebigen Ebene zu finden, bemerken wir, dass die Richtungscosinus der Normalen zu der Ebene $h \frac{x}{a} + k \frac{y}{b} + l \frac{z}{c} = 1$ sind: $\varrho \frac{h}{a}, \varrho \frac{k}{b}, \varrho \frac{l}{c}$, wo ϱ , die bei der Drehung unverändert bleibt, eine Senkrechte aus O auf die Ebene ist.

Die gesuchten Formeln sind daher:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h'}{a} &= \frac{h}{a} \cos \varphi + (1 - \cos \varphi) \frac{\cos PON}{\varrho} \cos \omega_1 + \sin \varphi D_1 \\ \frac{k'}{b} &= \frac{k}{b} \cos \varphi + (1 - \cos \varphi) \frac{\cos PON}{\varrho} \cos \omega_2 + \sin \varphi D_2 \\ \frac{l'}{c} &= \frac{l}{c} \cos \varphi + (1 - \cos \varphi) \frac{\cos PON}{\varrho} \cos \omega_3 + \sin \varphi D_3 \end{aligned} \right\}, \quad (7)$$

$$\text{wo} \quad -\frac{\cos PON}{\varrho} = \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta & h/a \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha & k/b \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 & l/c \\ \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 & 0 \end{vmatrix} \div \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \gamma & 1 & \cos \alpha \\ \cos \beta & \cos \alpha & 1 \end{vmatrix}; \quad (8)$$

$$D_1 = D^{-\frac{1}{2}} \begin{vmatrix} 1 & \cos \gamma & \cos \beta \\ \cos \omega_1 & \cos \omega_2 & \cos \omega_3 \\ h/a & k/b & l/c \end{vmatrix}, \text{ etc.} \quad (9)$$

Wenn der Drehungswinkel 180° ist, können die Transformationsformeln direct in folgender Weise erhalten werden.

Da der Punkt N der Mittelpunkt der Geraden PP' ist, so ist seine Projection auf jede der Axen der Mittelpunkt der Projection auf die betreffende Axe:

$$\therefore OP \cos \theta_i' + OP' \cos \theta_i = 2ON \cos \omega_i;$$

$$\therefore \cos \theta_i + \cos \theta_i' = 2 \cos \omega_i \cos PON.$$

Es möge, wie vorher, die Ebene

$$h \frac{x}{a} + k \frac{y}{b} + l \frac{z}{c} = 1$$

werden:

$$h' \frac{x}{a} + k' \frac{y}{b} + l' \frac{z}{c} = 1.$$

Dann müssen wir setzen:

$$\cos \theta_1 = \varrho \frac{h}{a}, \text{ etc.}, \quad \cos \theta_1' = \varrho \frac{h'}{a}, \text{ etc.};$$

folglich:

$$\frac{h + h'}{a \cos \omega_1} = \frac{k + k'}{b \cos \omega_2} = \frac{l + l'}{c \cos \omega_3} = 2 \frac{\cos PON}{\varrho},$$

wovon der Werth in Gleichung (8) gegeben ist.

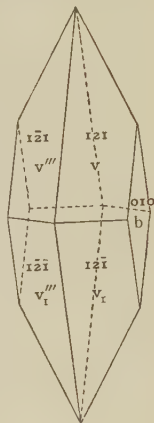
XX. Ueber Stokesit, ein neues Zinnmineral von Cornwall.

Von

A. Hutchinson in Cambridge, England.

(Mit 4 Textfigur.)

Als ich vergangenen Sommer die Anfang 1899 für das mineralogische Museum zu Cambridge erworbene Carne'sche Mineraliensammlung zu ordnen hatte, wurde meine Aufmerksamkeit auf einen einzelnen farblosen, durchsichtigen Krystall von 40 mm Länge gelenkt, der in einer kleinen Höhlung eines Handstückes mit krystallisiertem Axinit von St. Just in Cornwall sass. Das allgemeine Aeussere des Krystalles (s. beistehende Figur) ähnelt sehr dem des Gypses von gewöhnlichem Habitus, und das Mineral war auch thatsächlich als Gyps in dem Kataloge der Carne'schen Sammlung aufgeführt. Die ungewöhnliche Art des Vorkommens veranlasste mich, eine vollständige krystallographische und chemische Untersuchung des Minerals auszuführen, soweit dies die mir zur Verfügung stehende geringe Materialmenge gestattete. Die Resultate ergaben eine neue Mineralspecies, für die in einer vorläufigen Mittheilung¹⁾ der Name Stokesit, zu Ehren des Herrn G. G. Stokes, Professor der Mathematik an der Universität Cambridge, vorgeschlagen wurde. Ich bin nun im Stande, eine detaillirte Angabe der Untersuchungsergebnisse zu geben.



1. Krystallographische Eigenschaften.

Krystalssystem: Rhombisch (bipyramidale oder holoëdrische Klasse).

$$a : b : c = 0,3463 : 4 : 0,8033.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}$, $v = \{121\}$, beide gross ausgebildet; $c = \{001\}$, $s = \{565\}$ und $t = \{122\}$; diese drei nur untergeordnet; die Flächen von $m = \{110\}$ konnten durch Spalten hervorgebracht werden.

¹⁾ Phil. Mag. 1899, (5) 48, 480.

Winkeltabelle.

	Winkel:	Berechnet:	Beob. Mittel:	Grenzwerte:	Kanten:
vv'	$= (121) : (\bar{1}21)$	$101^{\circ} 38'$	$101^{\circ} 38'$	$100^{\circ} 11' - 101^{\circ} 59'$	4
vv''	$= (121) : (\bar{1}21)$	—	$*144 \quad 0$	$140 \quad 36 - 144 \quad 2$	4
vv'''	$= (121) : (\bar{1}21)$	$64 \quad 54$	$64 \quad 52$	$64 \quad 37 - 65 \quad 9$	4
$vv,$	$= (121) : (\bar{1}2\bar{1})$	$39 \quad 0$	$38 \quad 57$	$38 \quad 32 - 39 \quad 24$	4
bv	$= (010) : (\bar{1}21)$	—	$*57 \quad 33$	$56 \quad 40 - 58 \quad 4$	8
bm	$= (010) : (110)$	$70 \quad 54$	$70 \quad 32$	$70 \quad 14 - 70 \quad 50$	2
bs	$= (010) : (565)$	$69 \quad 7$	$68 \quad 55$	$68 \quad 52 - 68 \quad 58$	2
mv	$= (110) : (\bar{1}21)$	$24 \quad 48$	$24 \quad 49$	—	4
mv'''	$= (110) : (\bar{1}21)$	$56 \quad 10$	$56 \quad 45$	—	4
vt	$= (121) : (\bar{1}22)$	$15 \quad 48$	$16 \quad 17$	—	4

Das Axenverhältniss wurde aus dem Mittel der für die Winkel $v : v''$ und $b : c$ erhaltenen Werthe berechnet. Der Habitus des Krystalles ist in der Figur dargestellt. Er war regelmässig ausgebildet und nahezu vollständig, indem er durch einen ihn durchdringenden Axinitkrystall an der Wand der kleinen Vertiefung, in welcher er sass, befestigt war. Die Basis c war als kleine raue Fläche nur an einem Ende ausgebildet; ebenso wurde die Fläche t nur einmal beobachtet und lag zwischen c und einer der Flächen der Form v . Die Form s trat mit zwei sehr schmalen Flächen an der Kante $v : v'''$ auf. Dieselben waren zu klein, um Winkelmessungen von grosser Genauigkeit erhalten zu können. Bessere Reflexe lieferten die acht Flächen der Bipyramide v und die beiden Flächen des Brachypinakoids b . Einige dieser Flächen waren jedoch ziemlich gerundet; es können daher die oben angegebenen Elemente nur als Annäherung an die wirklichen Werthe betrachtet werden und sind ohne Zweifel etwas zu modificiren, wenn einmal brauchbares Material für die Untersuchung vorliegt¹⁾. Der Krystall wurde so gestellt, dass die Flächen der Spaltbarkeit dem Prisma $\{110\}$ entsprechen. Die Bipyramide v erhält dann das Zeichen $\{121\}$.

2. Physikalische Eigenschaften.

Vollkommene Spaltbarkeit nach m , weniger vollkommen nach b . Muscheliger Bruch. Spröd. Härte 6. Specifisches Gewicht 3,485 bei $22,9^{\circ}$ C. (Dasselbe wurde durch Schweben in mit Benzol verdünntem Methylenjodid bestimmt). Glasglanz, auf b Perlmutterglanz. Durchscheinend, farblos; Strich weiss.

Die optische Axenebene ist parallel $b = (010)$; die spitze Bisectrix ist senkrecht zu $c = (001)$.

1) Einige der hier angeführten Werthe differiren etwas von den im Philosophical Magazine angegebenen. Die hier angenommenen Zahlen sind das Endresultat einer sorgfältigen zweiten Berechnung.

Da in Folge der geringen Materialmenge ein Dünnschliff nicht angefertigt werden konnte, so wurde der optische Axenwinkel in einer Flüssigkeit gemessen, deren Brechungsindex annähernd dem mittleren Hauptbrechungsindex des Krystalles gleich war. Hierfür wurde Chinolin, $\mu = 1,616$ bei 22°C . (Natriumlicht), als geeignet befunden, in dem die Grenze zwischen dem Krystallbruchstück und der Flüssigkeit unter dem Mikroskop untersucht wurde.

Für Natriumlicht ist $2V = 69\frac{1}{2}^\circ$ annähernd; für Thalliumlicht ist der Werth ungefähr $20'$ höher; also ist $\varrho < v$ und $2E = 134^\circ$.

Der Krystall ist optisch positiv; der Hauptbrechungsindex γ eines parallel der spitzen Bisectrix schwingenden Strahles kann mit Hülfe von Prismen, die von Flächen der Form $v = \{121\}$, z. B. von (121) und $(\bar{1}\bar{2}1)$ gebildet sind, bestimmt werden. Die Messungen wurden für zwei Flächenpaare ausgeführt; als Mittel für den Winkel der kleinsten Ablenkung D ergab sich $26^\circ 25'$. Der Prismenwinkel A ist gleich 39° . Es ergibt sich also:

$$\gamma = \frac{\sin \frac{1}{2}(39^\circ + 26^\circ 25')}{\sin 49^\circ 30'} = 1,619 \text{ (Natriumlicht).}$$

Diese Prismen lieferten noch das Bild eines zweiten gebrochenen Strahles, entsprechend der Fortpflanzungsgeschwindigkeit p , welche mit den beiden Hauptfortpflanzungsgeschwindigkeiten a und b durch die Gleichung $p^2 = a^2 \sin^2 \vartheta + b^2 \cos^2 \vartheta$ verbunden ist, wobei ϑ der Winkel ist zwischen der Normalen auf der den brechenden Winkel des Prismas halbirenden Ebene und der kleineren Axe der Ellipse ab .

Da γ und $2V$ bekannt sind, so lassen sich die beiden Hauptbrechungsindices α und β aus den Gleichungen:

$$p^2 = a^2 \sin^2 \vartheta + b^2 \cos^2 \vartheta, \quad (\text{I})$$

$$\operatorname{tg} V = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2 - c^2}}, \quad (\text{II})$$

$$c^2 = \frac{4}{\gamma^2} \quad (\text{III})$$

berechnen.

In (I) ist $\vartheta = 34^\circ 42'$, $\sin^2 \vartheta = 0,3244$ und $\cos^2 \vartheta = 0,6759$. Die Ablenkung des extraordinären Strahles D' wurde zu $26^\circ 5'$ gefunden; der Prismenwinkel ist $A = 39^\circ$.

Folglich erhalten wir aus der Formel $\mu = \frac{\sin \frac{1}{2}(A + D')}{\sin \frac{1}{2}A}$, $\frac{4}{p} = 1,6114$ und $\mu^2 = 0,3851$.

Substituiren wir in (II) für c^2 seinen Werth $0,3815$, so erhalten wir:

$$\text{I. } 0,3851 = 0,3244 a^2 + 0,6759 b^2,$$

$$\text{II. } 0,4813 (b^2 - 0,3815) = a^2 - b^2,$$

folglich:

$$\alpha = \frac{1}{a} = 1,609$$

$$\beta = \frac{1}{b} = 1,6125$$

$$\gamma = \frac{1}{c} = 1,619.$$

3. Chemische Zusammensetzung.

Da die krystallographischen und optischen Eigenschaften eine Identificirung des Mineralcs nicht ermöglichen, wurde ein Theil des Krystalles der chemischen Analyse unterworfen. Eine vorausgehende Untersuchung einiger kleiner Bruchstücke ergab, dass die Substanz in concentrirter Salzsäure unlöslich war, dass sie ferner vor dem Löthrohre nicht schmolz und der Flamme keine Färbung ertheilte. In der Phosphorsalzperle wurde ein Kieselskelett erhalten. Zum Zwecke einer combinirten qualitativen und quantitativen Analyse wurden 0,1128 g in ein Platinschiffchen gegeben und im trockenen Luftstrome in einem Glasrohre zur dunklen Rothgluth erhitzt. Im Rohre setzte sich Wasser ab; der Verlust betrug 0,0097 g. Dass der Gewichtsverlust vollständig von ausgetriebenem Wasser herrührte, wurde dadurch ermittelt, dass letzteres in einem kleinen gewogenen Rohre mit Schwefelsäure aufgefangen wurde.

Der Inhalt des Platinschiffchens wurde dann in einen Platintiegel gebracht und zu heller Rothgluth erhitzt. Da kein weiterer Gewichtsverlust eintrat, wurde Natriumcarbonat hinzugegeben und die Substanz bis zur vollständigen Zersetzung geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde in Salzsäure gelöst und die Kieselsäure auf dem gewöhnlichen Wege durch Eindampfen zur Trockene bestimmt. Der Tiegel hatte beim Schmelzen keine Gewichtsänderung erlitten.

Das Filtrat von der Kieselsäure wurde zunächst mit Schwefelwasserstoff behandelt, wobei ganz unerwartet ein gelber Niederschlag entstand. Derselbe zeigte nach dem Abfiltriren die Eigenschaften von Zinndisulfid. Dasselbe wurde in das Oxyd verwandelt und gewogen. Aus dem Oxyd wurde das Metall durch Reduction mit Cyankalium erhalten. Es erwies sich in seinem Verhalten als Zinn.

Das Filtrat vom Zinnsulfidniederschlage wurde mit Salpetersäure, Ammoniumchlorid und Ammoniak behandelt, wobei ein geringer Niederschlag von Eisenhydroxyd sich bildete. Im weiteren Verlaufe der Analyse ergab sich die Anwesenheit von Calcium. Es wurde als Oxalat gefällt und als Oxyd gewogen. Dasselbe ergab bei spectroscopischer Untersuchung die Abwesenheit von Baryum und Strontium. Magnesium und Kalium konnten im Rückstande nicht nachgewiesen werden. Da das Glasrohr, in welchem die Substanz zuerst erhitzt wurde, in keiner Weise angeätzt war,

so ist Fluor wahrscheinlich nicht vorhanden. Ein kleines Bruchstück des Krystalles ergab bei der Prüfung auf Bor ein negatives Resultat.

Die Resultate dieser Analyse sind in der ersten Reihe der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Wie man aus den Zahlen ersehen kann, sind nicht weniger als 27% des Minerals unberücksichtigt geblieben.

Es schien, dass dieser Fehler von der Anwesenheit von Natrium herrührt, welches in der ersten Analyse nicht bestimmt werden konnte. Es schien daher rathsam, einen weiteren Theil des Krystalles einer zweiten Analyse zu opfern.

Zu diesem Zwecke wurden 0,1111 g bis zur Vertreibung des Wassers erhitzt und dann mit reiner wässriger Flusssäure in einem nach den Angaben von Prof. Story-Maskelyne¹⁾ von den Herren Johnson und Matthey construirten Apparate aus Platin destillirt. Die Kieselsäure wurde als Kaliumsiliciumfluorid gewogen. Zinn konnte im Destillate nicht nachgewiesen werden.

Der Apparat, der bei Beginn der Untersuchung ganz dicht zu sein schien, bekam gegen Schluss ein kleines Leck, und es trat ein geringer Verlust an Kieselsäure ein, der, wenn auch an sich klein, doch in Folge der geringen angewandten Materialmenge einen beträchtlichen Fehler ausmachen konnte. Der Inhalt des Platinapparates wurde in Lösung gebracht; beim Einleiten von Schwefelwasserstoff wurde ein viel grösserer Niederschlag erhalten als das erste Mal; es ergaben sich 33,3% Oxyd. Die bei dieser Analyse erhaltene Menge Eisenoxyd erwies sich als ganz unbedeutend; das Calciumoxyd stimmte gut mit der oben erhaltenen Menge. Im Rückstande konnte nur eine kleine Menge Natrium gefunden werden.

Die Zahlenwerthe sind folgende:

	Analyse I:	Analyse II:
Angewandte Substanzmenge	0,1128	0,1111
H_2O	0,0097	0,0095
SiO_2	0,0486	—
K_2SiF_6	—	0,1606
SnO_2	0,0066	0,0370
CaO	0,0152	0,0149
Fe_2O_3	0,0021	0,0008
Na_2SO_4	—	0,0032

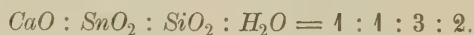
Diesen Zahlen entsprechen in Procenten die in Reihe I. und II. angegebenen Werthe:

1) Phil. Trans. Roy. Soc. 1870, **160**, 491.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	43,4	39,4	43,4 : 60 = 0,72		42,65
SnO_2	5,85	33,3	33,3 : 450 = 0,22		35,55
CaO	13,5	13,4	13,45 : 56 = 0,24		13,27
H_2O	8,6	8,55	8,6 : 18 = 0,48		8,53
Fe_2O_3	1,9	0,7	—		—
Na_2O	—	1,3	—		—
	<u>72,95</u>	<u>96,65</u>	<u>98,45</u>		<u>100,00</u>
Verlust	27,05	3,35			

Betrachtet man die unter I. und II. angeführten Resultate, so findet man, dass die Zahlen für Wasser und Calciumoxyd gute Uebereinstimmung zeigen. Es kann kein Zweifel sein, dass von den beiden Kieselsäurebestimmungen die der Reihe I. die zuverlässigste ist. Die Analyse ging ganz glatt vor sich, und das Resultat kann als sicher angenommen werden. Dagegen hat die erste Zinnbestimmung keine quantitative Bedeutung; denn die das Zinn enthaltende Lösung wurde mehrere Male zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure mit Salzsäure zur Trockne verdampft und es ist bekannt, dass Zinnchlorid unter diesen Bedingungen flüchtig ist. Ueberdies war die angewandte Substanzmenge so gering, dass ein verhältnissmässig geringer Verlust an Material das Analysenresultat vollständig unbrauchbar macht. Der grössere Theil des Eisens, wenn nicht die ganze Menge, rührt meiner Ansicht nach von äusseren Verunreinigungen her, denn die Luft unseres mineralogischen Laboratoriums ist leider in ausserordentlich hohem Grade mit Roststaub verunreinigt. Ob der geringe Natrongehalt als wesentlicher Bestandtheil des Mineralen aufzufassen ist oder nicht, ist schwer zu entscheiden.

Nehmen wir, wie erlaubt zu sein scheint, die in Reihe III. angeführten Zahlen als die wirkliche procentische Zusammensetzung des Mineralen an und suchen aus ihnen eine Formel zu berechnen, so erhalten wir für die Atomverhältnisse die unter IV. angegebenen Werthe. Aus diesen ergiebt sich mit grosser Annäherung:



Die Formel ist daher:



Die dieser Formel entsprechende procentische Zusammensetzung ist in Reihe V. angegeben. Ein Vergleich der theoretischen Werthe mit den Resultaten der Analyse ergiebt für Calciumoxyd, Wasser und Kieselsäure eine befriedigende Uebereinstimmung; die Werthe für Zinnoxid allein differiren. Die Zusammensetzung kann endgültig nur dann ermittelt werden, wenn mehr Material zur Verfügung steht und eine neue Analyse mit grösseren Substanzmengen ausgeführt werden kann. Vorläufig sind wir nach meiner

Ansicht berechtigt, dem Stokesit die empirische Formel $H_4CaSnSi_3O_{11}$ zuzuschreiben.

Mineralien, die Zinnoxid und Kieselsäure enthalten, wurden von Breithaupt¹⁾, Bischof²⁾, Tschermak³⁾ und Collins⁴⁾ beschrieben. Das von diesen Autoren analysirte Material war dicht; seine Reinheit ist entschieden zu bezweifeln. Stokesit scheint daher das erste Beispiel einer gut krystallisirten Verbindung von bestimmter Zusammensetzung zu sein, die Kieselsäure und Zinnoxid als wesentliche Bestandtheile enthält.

Was die Constitution dieses Mineralen betrifft, so kann man von mehreren Ansichten ausgehen, indem die Wahl zwischen verschiedenen möglichen Formeln von der Rolle, die das Zinn und der Wasserstoff spielen, abhängig ist. Analogien können uns hierbei unterstützen. Katapleit, ein Mineral von ähnlicher chemischer Zusammensetzung, $H_4Na_2ZrSi_3O_{11}$, wurde verschiedentlich aufgefasst, z. B. als wasserhaltiges Metasilicat $NaZr(SiO_3)_3 \cdot 2H_2O$ von Rammelsberg⁵⁾; als basisches Metasilicat $H_2Na_2[Zr(OH)_2][SiO_3]_3$ von Brögger⁶⁾; als eine Verbindung eines Ortho- mit einem Metasilicat von Dana⁷⁾ und schliesslich als saures Salz einer Tetrakieselsäure $H_4Na_2(Si, Zr)_4O_{11}$ von Groth⁸⁾. Nach den ersteren drei Autoren spielt das Zirkoniumoxyd die Rolle einer Base, während es nach Groth die Kieselsäure vertritt. Während Rammelsberg das Wasser als Krystallwasser auffasst, betrachten es die anderen Autoren als einen Theil der Säure. Ganz ähnliche Formeln lassen sich für den Stokesit aufstellen, wobei das Zr durch Sn und Na_2 durch Ca ersetzt ist. Wenn das Zirkonium im Katapleit die Rolle eines Metalles spielt, so haben wir dasselbe Recht, dem Zinn im Stokesit eine ähnliche Rolle zuzuschreiben. Ist das Wasser als Krystallwasser vorhanden, so müssen wir entweder eine Metakieselsäure annehmen und das Zinn als metallischen Theil auffassen oder die Zusammensetzung als Derivat einer Tetrakieselsäure betrachten und die Formel durch $Ca(Si, Sn)_4O_9 \cdot 2H_2O$ wiedergeben, eine jedoch weniger plausible Hypothese.

Um Aufschluss über die am meisten wahrscheinliche Formel zu erhalten, wurde für den zweiten Theil des analysirten Materiales der Wasserverlust bei verschiedenen Temperaturen bestimmt. Das Mineral blieb unverändert bei 400° C.; beim Erhitzen auf 220° betrug der Verlust 4,90/100,

1) Breithaupt, Pogg. Ann. 1846, **69**, 435.

2) Bischof, Jahrb. f. Min. etc. 1854, 346; 1855, 844.

3) Tschermak, Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss., Wien 1864, **49** (1), 330.

4) Collins, Min. Mag. 1882, **4**, 8, 109, 145.

5) Rammelsberg, Mineralchemie, 2. Suppl., 1895, 450.

6) Brögger, diese Zeitschr. 1890, **16**, 458.

7) Dana, Mineralogy 1892, 443.

8) Groth, Tabell. Uebersicht der Mineralien 1898, 459.

bei 350° stieg derselbe auf 6⁰/₁₀; der Rest wurde zwischen 350° und dunkler Rothgluth ausgetrieben. Aus diesen Zahlen ist zu schliessen, dass das Wasser nicht vollständig als Krystallwasser vorhanden ist. Das Verhalten des Katapleit¹⁾ ist ähnlich, und Apophyllit verhält sich nach Hersch²⁾ ebenso. Beim letzteren Mineral wird ein Theil des Wassers als Krystallwasser aufgefasst, während der Rest als Wasserstoff der Säure functionirt. Was hiernach den Stokesit betrifft, so können wir ihn als saures Metasilicat $H_2(Si, Sn)_2O_5$, $Ca(Si, Sn)_2O_5$, H_2O oder als $H_2CaSnSi_3O_{10} \cdot H_2O$, ein Derivat einer Trikieselsäure, auffassen. Ziehen wir schliesslich aus den oben angegebenen Resultaten den Schluss, dass kein Krystallwasser vorhanden ist, so können wir den Stokesit entweder als Verbindung eines Bisilicates mit einem Orthosilicat, $H_4CaSi_2O_7$, $SnSiO_4$, oder als ein Salz einer Tetra-kieselsäure, $H_4Ca(Si, Sn)_4O_{11}$ betrachten; letztere Annahme hat die meisten Gründe für sich.

4. Fundort.

Das Stück rührt nach der Beschreibung im Cataloge der Carne'schen Sammlung vom »Roscommon Cliff«, St. Just, her. Dieser Felsen fällt westlich von Trewellard ziemlich steil ins Meer ab. Bei einem kurzen Besuche des Fundortes fand ich Axinit in ursprünglichem Vorkommen an verschiedenen Stellen bei diesem Felsen, besonders bei »The Crowns«, beim »Bot-talack Head« und am »Roscommon Cliff«. Ein Vergleich der Matrix des Stokesit mit den Axinitstücken aus diesem Districte liess nicht daran zweifeln, dass der im Cataloge angegebene Fundort der richtige ist.

Eine sorgfältige Durchsuchung der Axinite in der Sammlung im Britischen Museum und in den Museen in Penzance, Camborne, Redruth und Truro förderte leider keine weiteren Stücke von diesem interessanten Minerale zu Tage.

1) Brögger, diese Zeitschr. 1890, **16**, 457, fand, dass Katapleit bei 220° 1,6⁰/₁₀, bei 270° 7,4⁰/₁₀ von dem Gesamtgehalte 9,25⁰/₁₀ verlor.

2) Hersch, Inaug.-Diss., Zürich 1887, 26. Ref. diese Zeitschr. 1890, **17**, 216.

XXI. Zur Begründung der Krystalsymmetrien.

Von

C. Viola in Rom.

(Mit 10 Textfiguren.)

Die möglichen Krystalsymmetrien werden gewöhnlich geometrisch abgeleitet; die hier angewendete Methode besteht darin, Vektoren, welche physikalisch gleichwerthig sein sollen, geometrisch auf alle mögliche Art mit einander zu gruppieren. Sollte aber die Ableitung lediglich eine geometrische sein, so würde man unendlich viele Symmetrien herausbringen. Die Grenze der Entwicklung ist durch die physikalischen Erscheinungen bedingt; gewöhnlich aber bleiben letztere unberücksichtigt, indem statt ihrer das Gesetz der rationalen Indices zu Hülfe gezogen wird. Wird also dieses Gesetz zu Grunde gelegt, so werden 32 Krystalsymmetrien, oder, was gleichbedeutend ist, zwei-, drei-, vier- und sechszählige Symmetrieachsen abgeleitet. Darum wurde das Princip der rationalen Indices das Grundgesetz der Krystallographie genannt.

Ein zweiter Weg der Symmetriableitung wird durch die Theorie der homogenen Structur eingeschlagen; darum nannte man die Structurhomogenität ebenfalls Grundgesetz der Krystallographie, und dieses Gesetz wird mit dem geometrischen, d. h. demjenigen der rationalen Indices, identisch gestellt. Oder es wird auch so aufgefasst: Das Grundgesetz der Krystallographie besteht aus zwei Theilen: der eine liegt in den rationalen Indices, der zweite in der Homogenität der Structur.

Ich bin der Ansicht, dass die Krystalsymmetrien nur auf die physikalischen Erscheinungen begründet werden dürfen. Um zu diesem Ergebnisse zu gelangen, müssen wir auf einige Definitionen zurückkommen, das Gesetz der rationalen Indices näher prüfen, die Homogenität der Krystalle deutlich feststellen, untersuchen, was eigentlich in der Structurtheorie liegt, worauf diese begründet ist, und welchen Dienst sie der Krystallographie leisten kann. Nachdem wir diese Punkte erläutert haben, werden wir zu

den physikalischen Erscheinungen übergehen und daraus die möglichen Krystalsymmetrien ableiten.

Homogenität.

Wenn man den physischen Zustand eines Körpers betrachtet, so versteht man darunter, dass man die einzelnen physikalischen Erscheinungen vor Auge hat, die in dem betrachteten Körper vor sich gehen können, indem sie durch äussere Wirkungen hervorgebracht werden. Der physische Zustand ist insofern bekannt, als die auf die physikalischen Erscheinungen sich beziehenden Constanten bestimmt sind; natürlich sind hier sowohl die physikalischen auf Punktorte bezüglichen Constanten, wie z. B. spezifische Wärme, als auch die nach Richtungen gemessenen inbegriffen. Die ersteren zeigen, ob ein Körper in allen Punkten physikalisch gleichförmig ist, so wie er als chemisch homogen angenommen wird; letztere, welche die wichtigsten sind, beziehen sich auf Richtungen oder besser auf Vektoren, da jede Richtung zwei Vektoren hat.

Wenn wir alle physikalischen nach Vektoren gemessenen Constanten der Erscheinungen in Rechnung ziehen, so erhalten wir für jeden Vector einen Zusammenhang von physikalischen Constanten, welcher den physischen Werth des Vectors ausmacht. Eben auf den physischen Werth des Vectors gründet sich der Begriff der Homogenität, denn es stehen uns von einer Substanz weder Punkte noch Moleküle, sondern nur physikalische Erscheinungen zur Verfügung, die beobachtet und verglichen werden. Homogen wird eine Substanz genannt, wenn alle parallelen, d. h. alle geometrisch gleichen Vektoren den gleichen physischen Werth haben, und alle nicht parallelen, d. h. geometrisch ungleichen Vektoren, im Allgemeinen ungleichen physischen Werth besitzen.

Wenn alle Vektoren, mögen sie irgend welche Lage haben, physikalisch gleich sind, so nennt man den Körper amorph. Die Homogenität oder der homogene Zustand bezieht sich daher auf die Gleichheit der parallelen Vektoren und auf die Ungleichheit der Vektorenlagen, während der amorphe Zustand zwar auch in der Gleichheit der parallelen Vektoren, aber hauptsächlich in dem Indifferentismus der Vektoren seinen Grund hat. Die Gleichheit der parallelen Vektoren bestimmt eigentlich die Gleichförmigkeit des Zustandes; für die Homogenität tritt noch die Ungleichheit der Vektoren hinzu.

Der homogene Zustand heisst auch krystallinisch, der amorphe Zustand auch indifferent.

Man nennt im praktischen Leben auch geschichtete Gesteine, die senkrecht zur Schichtung eine ausgezeichnete Richtung haben, amorph. Aber von diesen geschichteten Gesteinen wissen wir, dass sie chemisch nicht homogen sind, und dass die Schichtung von eingeschalteten Beimengungen

herrührt. Von amorphen Körpern, z. B. amorpher Kieselsäure, die absolut chemisch homogen sind, wissen wir nicht, dass sie geschichtet seien. Der amorphe Zustand hat keine ausgezeichneten Richtungen; alle seine Richtungen sind vielmehr physikalisch unter einander gleich.

Mit Hülfe der Definition, dass alle parallelen Vektoren unter sich gleich, und alle nicht parallelen Vektoren ungleich seien, ist der homogene Zustand nur auf einen Fall beschränkt, denn auch solche Zustände müssen als homogen betrachtet werden, wozu einzelne eine Gruppe bildende Vektoren den gleichen physikalischen Werth besitzen; man drückt sich so aus, dass die letzteren homogenen Zustände symmetrische Eigenschaften haben, während der erstere unsymmetrisch ist. Man kann daher besser so sagen: in dem homogenen Zustande sind alle parallelen Vektoren gleich, und unter den nicht parallelen Richtungen treten ausgezeichnete Vektoren hervor. Sobald ausgezeichnete Richtungen oder Vektoren bewiesen sind und alles gleichförmig ist, so ist der homogene Zustand da. Man kann beweisen, dass die Auszeichnung von Vektoren auf 32 Arten möglich ist.

Die Erfahrungswissenschaft hat die Aufgabe, ausgezeichnete Richtungen, d. h. die Symmetrieeigenschaften des homogenen Zustandes, zu bestimmen und die physischen Constanten zu messen, welche die Eigenthümlichkeit der Krystalle bestimmen.

Da der Krystall ein homogener Körper ist, oder den homogenen Zustand der Materie darstellt, und umgekehrt jeder homogene Zustand Krystall genannt wird, so stellt natürlich die physische Homogenität kein besonderes Gesetz, um so weniger das Grundgesetz der Krystallographie dar. Homogener Zustand und krystallinisch, oder homogene Materie und Krystall sind eben sich deckende Begriffe.

Dass der Begriff Krystall (oder was dasselbe ist »homogener Zustand«) lediglich durch Zuhülfenahme der physikalischen Erscheinungen begründet wird, und dass man über die Structur des Krystalles, d. h. des homogenen Zustandes, hinwegsieht, ist nach meinem Dafürhalten sehr wichtig. Die Structurtheorie verlangt nämlich eine Vorstellung von dem Baue der kleinen Theilchen, welche letztere sich der directen Beobachtung entziehen. Darauf müssen wir unten bei der Besprechung der Structurtheorie näher eingehen.

Es ist oben bei der Definition des homogenen Zustandes angegeben, dass dieser Symmetrieeigenschaften besitzt, welche auftreten, falls der nämliche physische Werth bei mehreren eine Gruppe bildenden Vektoren vorkommt. Solche physisch gleiche Vektoren stehen mit einander in gewissen geometrischen Beziehungen. Sind z. B. bloss je zwei Vektoren physikalisch gleich oder gleichwerthig, so sind sie entweder in Bezug auf eine Ebene, oder in Bezug auf eine Symmetriexaxe, oder endlich in Bezug auf ein Inversionscentrum symmetrisch. Kommen alle Vektoren in Gruppen von 3, 4, 5, 6, . . . physikalisch mit einander gleichwerthigen Vektoren vor, so

können wir ähnliche geometrische Beziehungen finden, welche je 3, 4, 5, 6 . . . Vektoren mit einander verbinden. Wir können uns daher nicht von dem Gedanken trennen, dass physikalische Symmetrie und geometrische Beziehungen eng zusammenhängen. Eine solche Verknüpfung der geometrischen und physikalischen Beziehungen ist die unmittelbare Folge des gleichförmigen Zustandes. Die Feststellung dieser Beziehungen ist nicht leicht; erstens ist die Homogenität nicht eine vollständige, wie die Definition verlangt, zweitens ist jede Beobachtung mit Fehlern behaftet; nichtsdestoweniger ist die Erfahrung im Stande, zu dem Ergebniss zu gelangen, dass die oben angedeuteten Beziehungen bestehen. Sie bestehen, wollen wir lieber so sagen, bis zu einer gewissen Grenze, die theils von Beobachtungsfehlern, theils von der unvollkommenen Homogenität herrührt. Um ein Beispiel hierfür anzuführen, denken wir uns, dass alle Vektoren des homogenen Zustandes zu zweien gruppirt werden können, die physikalisch gleichwerthig sind. Wir haben oben hervorgehoben, dass, wenn dies der Fall ist, drei mögliche Arten von geometrischen Beziehungen denkbar sind; nämlich je zwei Vektoren sind entweder symmetrisch in Bezug auf eine Ebene, oder in Bezug auf eine zweizählige Axe oder endlich in Bezug auf ein Centrum. Diese drei Möglichkeiten sind so stark von einander verschieden, dass, welches auch die Verschiedenheiten in der Homogenität sein mögen, stets die eine derselben unzweideutig festgestellt werden kann, und zwar um so deutlicher, je mehr zusammenhängende Vektoren physikalisch untersucht werden.

Die Structurtheorie.

Die Thatsache, dass bei der Materie Zustände vorkommen, wo alle parallelen Vektoren physikalisch gleich sind, und wo unter den nicht parallelen Vektoren einzelne physisch ausgezeichnet sind, hat den menschlichen Geist dazu verleitet, sich eine Anschauung darüber zu machen, wie die den homogenen Zustand bildenden kleinen Theilchen mit einander verknüpft sein müssen; so sind die verschiedenen Structurtheorien entstanden. Die Anschauung Haüy's¹⁾ ist bereits in den Hintergrund getreten, nachdem vollkommenere Structurtheorien auftauchten. Bravais²⁾ und Mallard³⁾ stellten sich vor, dass die kleinsten Krystalltheilchen oder Krystallmoleküle Symmetrieeigenschaften besitzen. Durch die Symmetrie der Krystallmoleküle und durch die möglichen Syngonien der Raungitter wurden die möglichen Krystallsymmetrien oder Structures hervorgebracht, welche in Folge dessen

1) R. J. Haüy, Extrait d'un Mémoire: Sur la structure des cristaux de grenat, approuvé par l'Acad. Roy. de Sc. le 24. Févr. 1784.

2) A. Bravais, Études cristallographiques. Journ. de l'éc. polyt. 1834, cah. 34, 104—276.

3) Mallard, Traité de cristallographie I, Paris 1870.

von den angenommenen Symmetrien der Moleküle abhängen. Mehr als 32 Arten derselben jedoch sind unmöglich.

Die bahnbrechende Grundlage für eine neue, man könnte sagen vollständige Structurtheorie der Krystalle ist die mathematische Arbeit von C. Jordan gewesen. Diese hat Sohncke¹⁾ zu benutzen gewusst, und die einfachen Punktsysteme, deren 63 möglich sind, aufgestellt. Später wurde die schöne Arbeit von Sohncke durch ihn selbst²⁾, Fedorow³⁾ und Schoenflies⁴⁾ vervollständigt. So sind die doppelten Punktsysteme entstanden, deren im Ganzen 165 möglich sind. Wir können also behaupten, dass, wenn man von den unsymmetrischen Theilchen ausgeht und auch spiegelbildlich gleiche Theilchen berücksichtigt, man auf 230 Arten solche Theilchen mit einander verknüpfen kann in der Weise, dass stets homogene Zustände daraus entstehen. Es sind daher 230 Krystallstructuren möglich.

Eine klarere, vielleicht bessere Anschauung dieser Krystallstructur hat neulich Barlow, sich an C. Jordan's mathematische Anschauung anlehnend, gegeben. Barlow⁵⁾ stellt folgende Fundamentaldefinition auf:

»Homogenität der Structur besteht in einer Gleichheit der kleinsten Theilchen oder Moleküle eines Körpers, sowohl hinsichtlich ihrer Natur als ihrer relativen Anordnung, und zwar in folgender Art: Entsprechend jedem mathematischen Punkte in der Masse findet sich gleichmässig vertheilt in endlichen Intervallen eine Anzahl von Punkten, deren Beziehung zu der unbegrenzt gedachten inneren Structur dieselbe ist, wie die des zuerst betrachteten Punktes.«

Was man mit dieser Barlow'schen Definition anfangen kann, sagt uns Barlow⁶⁾ selbst in Folgendem:

»Da die dem Krystallographen zur Verfügung stehenden chemischen Methoden gegenwärtig noch nicht genügend ausgebildet sind, um direct eine Discontinuität der Substanz in Krystallen erkennen zu lassen, so kann man bei diesen Körpern nur die Verschiedenheit der Eigenschaften für eine Richtung, nicht aber eine Verschiedenheit von Punkt zu Punkt unterscheiden.«

Die Barlow'sche Definition der homogenen Structur dient also nur als Anschauung, und zwar als Anschauung der parallelen gleichen Vektoren

1) L. Sohncke, Entw. einer Theorie d. Krystallstructur. Ref. in dieser Zeitschr. 1879, **4**, 528.

2) Derselbe, Erweiterung der Theorie der Krystallstructur. Diese Zeitschr. 1888, **14**, 426.

3) E. v. Fedorow, diese Zeitschr. **20**, 25. Auch die Abh. d. St. Petersburger mineral. Ges., December 1890.

4) H. Schoenflies, Krystallsystem und Krystallstructur, 1894. Ref. diese Zeitschrift **20**, 259.

5) W. Barlow, diese Zeitschr. **34**, 5.

6) Derselbe, ebenda S. 11.

und der ausgezeichneten Vektoren um einen Punkt; sie ist aber durchaus unzureichend, um das Wesen eines Krystalles zu erkennen.

Obwohl Barlow zugiebt, dass mit seiner Definition nicht viel anzufangen ist, da die chemischen Methoden noch nicht genügend ausgebildet sind, um direct eine Discontinuität der Substanz in Krystallen erkennen zu lassen, so betont er dennoch, dass die wirkliche Grundlage der 32 Krystallsymmetrien durch die Structurtheorie gegeben wird. Mir scheint hier ein Widerspruch zu walten, den wir für unsere folgenden Betrachtungen herausfinden müssen.

Barlow sagt zwar, dass die 32 Symmetrien durch die Gleichwerthigkeit der Richtungen allein, nicht der in den einzelnen Theilchen befindlichen homologen Punkte gebildet werden. Im Gegensatze dazu aber stellt er folgende Sohncke'schen Sätze auf:

Satz 7¹⁾: »Zwei gleiche Axen, die entweder parallel sind oder nur unter einem unendlich kleinen Winkel gegen einander geneigt sind, können im Vergleich mit molekularen Dimensionen nicht einen unendlich kleinen Abstand haben, und sich in Folge dessen auch nicht schneiden.«

Ist dieser Satz bewiesen, so dient er zur Begründung des Folgenden²⁾:

Satz 8. »Nimmt man an, dass die Dimensionen eines Moleküls endlich sind, so kann keine Drehung der Structur einen unendlich kleinen Winkel oder auch keine Schraubung eine unendlich kleine Rotationscomponente besitzen.«

Und aus diesem folgt²⁾:

Satz 9. »Zwei gleichwerthige Axen können keinen unendlich kleinen Winkel mit einander bilden.«

Aus den letzten zwei Sätzen schliesst man, dass die Symmetrieaxen nur zwei-, drei-, vier- und sechszählig sein können, und irrationale Drehungen unmöglich sind.

Wir sehen, dass das Gesetz der Zähligkeit der Symmetrieaxen auf zwei Annahmen beruht, nämlich, dass die Moleküle endlich gedacht werden, und dass die homologen Punkte der Moleküle nicht unendlich nahe an einander liegen. Die Barlow'sche Begründung der 32 Symmetrien beruht also lediglich auf der Fundamentaldefinition der homogenen Structur, obwohl dem Anscheine nach nur Richtungen betrachtet werden. Nach Barlow's Eingeständniss müssen wir in Folge dessen diese Entwicklung der Krystallsymmetrien verwerfen, denn man könnte mit Recht fragen, wie sich die Krystalstructure selbst begründen lässt.

Ich glaube, es giebt in der Geschichte der Krystallographie ebenso merkwürdige Punkte, wie in der Geschichte anderer Wissenschaften. Im

1) W. Barlow, ebenda S. 42.

2) W. Barlow, ebenda S. 43.

Alterthume konnte man sich nicht vorstellen, wie die Erde im Weltraume sich in ihrer Lage erhalten könne, so dass man auf die Vorstellung kam, die Erde schwimme auf dem Ocean; natürlich erst später hat man sich gefragt, wie und wo hält sich der Ocean selbst auf. So glaube ich, geht es mit der Homogenität; man will sich erklären wieso die parallelen Richtungen gleich sein können und die nicht parallelen ungleich; man stellt sich vor, dass die kleinen Theilchen gleichmässig im Raume angeordnet sind und dass in jedem Theilchen nicht zwei homologe Punkte auftreten dürfen u. s. w. Ich glaube aber, dass es eben ziemlich schwer ist, sich eine Vorstellung zu machen, wie diesen Anforderungen genügt werden kann, indem man selbst nicht mit der grössten Vergrösserung dazu gelangt, die gleichmässige Vertheilung der homologen Punkte zu unterscheiden. Durch die Structurtheorie hat man zwar eine Schwierigkeit aufgehoben, aber eine grössere ist an deren Stelle getreten.

Wenn durch die Structurtheorie die physikalischen Erscheinungen erklärt, eine grosse Anzahl von Gesetzen in eine einzige Form gebracht werden könnten, so würde man allerdings gestehen, dass eine Schwierigkeit, welche eine andere ersetzt, von Nutzen wäre, sowohl praktisch als für die Entwicklung der Wissenschaft. Aber bis jetzt ist die Structurtheorie, wie sie heut zu Tage gewöhnlich aufgefasst sind, lediglich eine mathematische Anschauung, eine Theorie von Punktsystemen, wie eben Sohncke sich ausdrückt, geblieben.

Wir haben durch diese Auseinandersetzung nachgewiesen, weshalb man die Structurtheorie der Krystalle nicht zur Begründung der Krystalsymmetrien verwerthen kann. Bevor wir zur Begründung selbst übergehen, müssen wir das Gesetz der rationalen Indices einer eingehenden Betrachtung unterziehen.

Das Gesetz der rationalen Indices.

Dieses Gesetz wird oft und zwar mit Unrecht an Stelle des Haüy'schen gebraucht. Es sagt, dass alle möglichen Krystallflächen rationale Indices haben. Das Haüy'sche Gesetz drückt aber aus, dass die Krystallflächen nicht nur rationale, sondern auch besonders einfache rationale Indices haben. Der Unterschied ist bedeutend, denn nach dem ersten Gesetze soll keine rationale Fläche von dem Krystalle a priori ausgeschlossen werden; nach dem Haüy'schen aber sind die möglichen Krystallflächen bestimmt und beschränkt, und zwar nicht nur durch die Rationalität der Indices, sondern durch eine gewisse Grenze derselben. Man kann leicht begreifen, wie das allgemeine Gesetz der rationalen Indices aus dem Haüy'schen entstanden ist, denn die Grenze der einfachen Indices konnte offenbar nicht festgestellt werden. Grosse Indices zeigende rationale Flächen mussten als Vicinalflächen nach Websky (Polyëdrie der Krystallflächen nach Scacchi) aufgefasst

werden; kurz, die grosse Anzahl der Abweichungen von der Einfachheit der Indices hat nothgedrungen das Haüy'sche Gesetz ganz umgestaltet; die nächstliegende und bequemere Form ist in Folge dessen das Gesetz der rationalen Indices geworden.

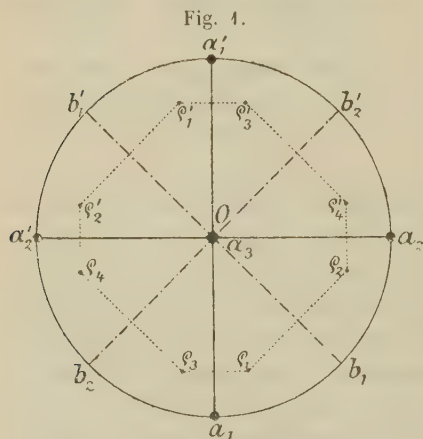
Wir wollen beweisen, dass dieses Gesetz gar keine Bedeutung für die Krystallographie haben kann.

Die Art und Weise, wie das Gesetz der rationalen Indices zur Begründung der 32 Krystalsymmetrien dienen kann, liegt darin, zu beweisen:

Dass die Symmetrieelemente, und zwar ausschliesslich Inversionscentrum, Symmetrieebenen, zwei-, drei-, vier- und sechszählige Symmetrieachsen und vier- und sechszählige Inversionsachsen sich mit der Rationalität der Indices vertragen. Das Weitere der Entwicklung ist geometrisch, indem man lediglich darauf achtet, auf welche Weise diese Symmetrieelemente vereinigt werden können.

Wir wollen den einfachen Beweis übergehen, dass die aus dem Principe der rationalen Indices hervorgehende mögliche Zähligkeit der Symmetrieachsen zwei, drei, vier und sechs sei; es sollen einige Symmetrien darauf aufgebaut werden.

Es mag eine vierzählige Symmetrieaxe gegeben sein. Wenn nur diese als Symmetrieelement vorhanden ist, so haben wir die sogenannte tetragonalpyramidale Symmetrie (Groth); die physikalisch gleichwerthigen Vektoren, welche hier durch Drehung um die vierzählige Axe um 90° in einander übergehen, sind zu viert vorhanden.



Wir verlassen diese einfache Symmetrie und wollen annehmen, dass durch die vierzählige Axe Symmetrieebenen gehen. Die gegebene vierzählige Symmetrieaxe stehe zur Zeichnungsebene senkrecht, Fig. 4, und der Punkt O sei ihre Projection. Stellt $a_1 a_1'$ die durch die vierzählige Axe gehende Symmetrieebene dar, so wird auch $a_2 a_2'$ eine verticale Symmetrieebene darstellen, wenn $a_1 a_1'$ und $a_2 a_2'$ auf einander senkrecht stehen.

Sind nun zwei auf einander senkrechte durch die vierzählige Axe gehende Symmetrieebenen gefunden, so sind nothwendiger Weise noch zwei durch die vierzählige Axe gehende Symmetrieebenen vorhanden, die mit den zwei vorhergehenden 45° einschliessen. Sie mögen durch die Geraden $b_1 b_1'$ und $b_2 b_2'$ dargestellt sein. Natürlich sind sowohl $b_1 b_1'$ und $b_2 b_2'$ unter sich als auch $a_1 a_1'$ und $a_2 a_2'$ unter sich gleichwerthig. Damit haben wir

in der Fig. 4 diejenige Symmetrie zusammengestellt, welche ditetragonal-pyramidale (Groth) genannt wird. Eine solche Symmetrie genügt dem Gesetze der rationalen Indices, in Folge dessen nimmt man an, dass sie eine mögliche Krystalsymmetrie sein muss. Die Erzeugung dieser Symmetrie ist lediglich eine geometrische; man sollte zu dem Beweise übergehen, dass sie wirklich physikalisch möglich sei. Ich möchte mir hier erlauben, kurz den Weg zu zeigen, wie dieser physikalische Beweis durchgeführt werden kann. Nach der geometrischen Entwicklung der in Frage stehenden Symmetrie sollen die Vektoren zu je acht den gleichen physikalischen Werth haben. Ist z. B. q_1 , Fig. 4, der Pol einer rationalen Fläche, so sind auch alle acht symmetrischen Pole $q_1, q_2, q_3, q_4, q_1', q_2', q_3', q_4'$ von rationalen Flächen, welche physikalisch gleichwerthig sein sollen. Können wir also dieser physikalischen Anforderung genügen, so ist auch die geometrische Entwicklung berechtigt, und die oben erwähnten acht Pole sind in der That physikalisch gleichwerthig, wie sie geometrisch gleichwerthig angenommen worden sind. Die lediglich durch die geometrische Beziehung gemachte Anforderung, dass die acht Pole gleichwerthig seien, findet also in der physikalischen Möglichkeit ihren Grund. Es ist hier zu betonen, dass für die krystallographische Möglichkeit der ditetragonal-pyramidalen Symmetrie eigentlich die geometrische Entwicklung allein genügen sollte, falls das Gesetz der rationalen Indices als Grundgesetz gälte. Soll, im Gegensatze dazu, eine solche Symmetrie in der Natur constatirt werden, so muss man den umgekehrten Weg einschlagen, nämlich vorher die gleichwerthigen Vektoren prüfen und erst dann untersuchen, in welcher geometrischen Beziehung sie zu einander stehen.

Wie die hier behandelten Symmetrien entwickelt worden sind, können alle 32 erzeugt werden; dabei ist genau ebenso streng der von Hessel¹⁾, Gadolin²⁾ etc. eingeschlagene rein geometrische Weg, wie der von Minnigerode³⁾ befolgte rein analytische.

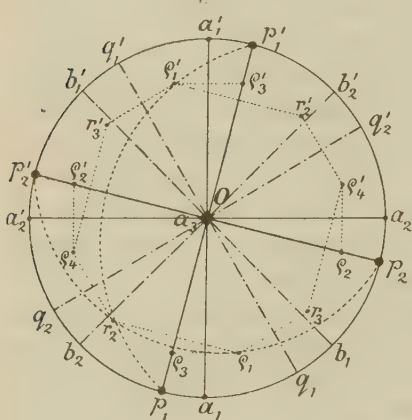
1) J. Chr. Hessel, Gehler's physik. Wörterbuch. V, 1830. Artikel »Krystall«.

2) A. Bravais, Mémoire sur les polyèdres de forme symétrique. Journal de math. par Liouville **14**, 441—480. — Möbius, Theorie der symmetrischen Figuren. 1834. Herausgegeben von F. Klein. — A. Gadolin, Mémoire sur la déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristall. avec leurs subdivisions. Acta soc. scient. fennicae 1871. Uebers. von Groth, 1896 (Klass. d. exact. Wiss. Nr. 75). — P. Curie, Sur les questions d'ordre. Bull. soc. min. de Fr. 1884, **7**, 89—144. Ref. diese Zeitschr. **11**, 183. — E. v. Fedorow, Elemente der Lehre von den Figuren, St. Petersburg 1885. Ref. diese Zeitschr. **17**, 640. — A. Schoenflies, op. cit. Ref. diese Zeitschr. **20**, 239. — C. Viola, diese Zeitschr. **27**, 4. N. Jahrb. f. Min. etc., Beil.-Bd. **10**, 167—178. — F. Becke, Ein Wort über das Symmetriecentrum. Diese Zeitschr. **25**, 73. — V. v. Lang, Ueber die Symmetrieverhältnisse d. Krystalle. Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1896, **105**, IIa, 362. Ref. diese Zeitschr. **30**, 629.

3) B. Minnigerode, N. Jahrb. f. Min. etc. 1887, Beil.-Bd. **5**, 147. Ref. diese Zeitschr. **13**, 184. — Th. Liebisch, Physik. Krystall. 1894, 3. Grundriss 1896.

Wir wollen jetzt untersuchen, ob mehr als $2 + 2$ Symmetrieebenen durch die vierzählige Symmetrieaxe geführt werden dürfen. Der einschlagende Weg kann derselbe sein, wie vorher.

Fig. 2.



und $p_1 p_1'$ zu einander senkrecht stehen, da O die Projection der vierzähligen Axe ist. Es soll gezeigt werden, dass die durch $p_1 p_1'$ und $p_2 p_2'$ dargestellten, auf einander senkrechten rationalen Flächen Symmetrieebenen sein können. Ist q_1 der Pol einer rationalen Fläche, so ist es auch r_2 , der zu q_1 in Bezug auf $p_1 p_1'$ symmetrisch liegt; denn der Pol r_2 ist der Durchschnittspunkt von zwei Zonen, nämlich $p_2 q_1 p_2'$ und $p_1' q_1' p_1$. Dasselbe können wir von den Polen r_3, r_2', r_3' sagen. Also können die durch $p_1 p_1$ und $p_2 p_2'$ dargestellten rationalen Flächen wirklich Symmetrieebenen sein. Sind aber die durch $p_1 p_1'$ und $p_2 p_2'$ gehenden verticalen rationalen Flächen Symmetrieebenen, so sind es auch die durch $q_1 q_1'$ und $q_2 q_2'$ gehenden, indem diese mit den ersteren 45° einschließen. Da aber ferner die durch $p_1 p_1'$ gehende verticale Symmetrieebene ganz beliebig genommen worden ist, so folgt, dass, wenn eine solche Symmetrieebene existirt, alle verticalen rationalen Flächen die Rolle von Symmetrieebenen spielen müssen. Eine aus unendlich vielen Symmetrieebenen bestehende Symmetrie hat das Merkwürdige, dass jede irrationale, also auch eine unendlich kleine Drehung um die vierzählige Axe den symmetrischen Gegenstand in sich überführt, d. h. dass die vierzählige Axe eigentlich eine Axe der Isotropie¹⁾ ist. Diese

Es mag eine durch die vierzählige Axe gehende und durch die Gerade $p_1 p_1'$, Fig. 2, dargestellte rationale Fläche in Betracht gezogen werden; sie gehe beispielsweise durch den Pol q_3 .

In der Fig. 2 ist alles das wiederholt, was in der Fig. 4 eingetragen worden ist; nur sind die Geraden, welche dort stark, hier, wo sie zurücktreten sollen, schwach ausgezogen, um dadurch eine bessere Uebersicht von der Symmetrie zu gewinnen, welche wir bilden wollen. Bezeichnet nun $p_1 p_1'$ eine rationale Fläche, so stellt auch $p_2 p_2'$ eine solche dar, falls $p_2 p_2'$

4) Unter isotroper Zone bezeichnete E. v. Fedorow eine solche rationale Richtung, durch welche mindestens zwei Paar rationale untereinander senkrechte Flächen gehen (diese Zeitschr. 17, 617 und 28, 40).

Später beweist Fedorow (diese Zeitschr. 33, 569), dass eine so benannte Zone die Eigenschaft hat, dass durch sie unendlich viele Symmetrieebenen gehen.

Kurz vorher habe ich den Beweis geliefert (R. Accademia dei Lincei. Rendiconti

Axe der Isotropie hat natürlich blos eine geometrische Bedeutung, so lange nicht untersucht ist, ob sie auch physikalisch existirt.

Zu demselben Resultate gelangt man auch, wenn anstatt einer vierzähligen Symmetrieaxe eine dreizählige oder sechszählige Symmetrieaxe gegeben wäre. Eine Axe der Isotropie kann polar oder apolar sein. Die geometrische Entwicklung der Symmetrien kann, indem dem Gesetze der rationalen Indices Genüge geleistet wird, auf diese Art nicht nur 32 Symmetrien, sondern auch durch eine Axe der Isotropie charakterisirte Symmetrien zu Stande bringen. Indem man den geometrischen, für die Symmetrien nothwendigen Verhältnissen und dem Gesetze der rationalen Indices genügt hat, bleibt die Frage zu beantworten, ob die hier geometrisch entwickelten Symmetrien physikalisch möglich sind, d. h. ob die durch geometrische Forderung gleichwerthig gestellten symmetrischen Richtungen wirklich physikalisch gleichwerthig sein können. Auf die 32 Symmetrien kommen wir später zurück; wir können uns aber bei solchen Symmetrien, wo die drei-, vier- oder sechszählige Axe eine Axe der Isotropie wird, gleich aufhalten und dieselben sofort erledigen.

Die meisten physikalischen Erscheinungen schliessen eine Axe der Isotropie nicht aus. Auch mehrere Axen der Isotropie vertragen sich mit manchen physikalischen Erscheinungen, ohne Ausschluss der Homogenität der Substanz. Die Erfahrung hat aber reichlich gezeigt, dass das Wachsthum und die Cohäsion der Krystalle mit einer Axe der Isotropie nicht vereinbar sind. Man weiss freilich den kinetischen Grund nicht, weshalb eine Axe der Isotropie bei den homogenen Substanzen unmöglich ist; man muss aber die Thatsache so nehmen, wie sie beobachtet wird.

Die Versuche über die Spaltbarkeit, die Härte und die Aetzfiguren, obwohl sie bis jetzt nicht vollkommen zum Abschlusse gelangt sind, haben eine Richtung der Isotropie durchaus ausgeschlossen. Eine genügende Begründung dieser Thatsache kann durch die Structurtheorie gegeben werden; aber ich denke, dass eine derartige Erklärung nicht gerade für die kinetische Ursache der Thatsachen, als vielmehr für die Begründung der Structurtheorie selbst im Grossen und Ganzen dient.

Jedenfalls, wenn wir den Erfahrungen Rechnung tragen, so müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass alle oben geometrisch entwickelten, dem Gesetze der Rationalität der Indices genügenden Symmetrien physikalisch, d. h. homogenetisch, nicht möglich sind.

Also kann das allgemeine Gesetz der rationalen Indices keine

1900, 2, 304—308), dass die drei-, vier- und sechszählige Axe eine Axe der Isotropie ist, falls die Gleichwerthigkeit der Richtungen nur auf das Gesetz der rationalen Indices basirt ist. Der Inhalt dieser letzteren Abhandlung wird in dem vorliegenden Aufsatze auseinandergesetzt und zusammengefasst.

Bedeutung für die Krystallographie haben. Es erlangt erst dann einen Sinn, wenn es durch bestimmte Grenzen eingeschränkt wird. Dies Resultat ist zwar nicht neu und wurde oft ausgesprochen, obwohl die Grenzen nicht scharf gezogen werden konnten. Wir lesen es in den verschiedenen Aufsätzen von Fedorow und anderen Krystallographen. Allein die oben vorgenommene Entwicklung geht auf die Frage näher ein. Eine sehr einfache Ueberlegung beweist, dass das Gesetz der rationalen Indices, wenn es im allgemeinen Sinne des Wortes verstanden wird, keine Bedeutung für die Krystallographie haben kann. Irgend welche irrationale Fläche kann nämlich einen solch kleinen Winkel mit einer rationalen Fläche einschliessen, dass durch keine noch so genaue Winkelmessung beide Flächen zu unterscheiden sind. Also kann das allgemeine Gesetz der rationalen Indices nicht durch Erfahrung bewiesen werden. Das hat schon Liebisch in seiner geometrischen Krystallographie hervorgehoben; und es ist von Werth, dass wir seine Worte hier wiederholen, um später noch einige Bemerkungen daran zu knüpfen. Liebisch¹⁾ schreibt:

»Die Indices der Flächen und Kanten eines Krystalles müssen aus Messungen der Winkel desselben berechnet werden. Wegen der mannigfachen, zum Theil regellosen und unvermeidlichen Fehler, mit denen diese Messungen behaftet sind, wie Ausbildungsfehler der Krystalle, Unvollkommenheiten der Messinstrumente und der Sinne der Beobachter, ergeben die Rechnungen in den meisten Fällen zunächst irrationale Zahlen für die Indices. Da jedoch nur die Verhältnisse dieser Grössen in Betracht kommen, so wird man stets ganze Zahlen finden können, welche den irrationalen Werthen so nahe kommen, als man nur will. Die Willkür, welche demnach in der Ermittlung der wahren Werthe der Indices zu herrschen scheint, wird indessen dadurch wesentlich eingeschränkt, dass, wie schon der Entdecker des Gesetzes der rationalen Indices, R. J. Haüy, bemerkt hat, in der überwiegenden Mehrzahl der beobachteten Fälle die Indices nur den ersten Zahlen der natürlichen Zahlenreihe angehören. Das in Rede stehende Gesetz muss also erfahrungsmässig: Gesetz der einfachen rationalen Indices genannt werden. Erst in dieser durchaus erfahrungsmässig begründeten Fassung bietet uns dasselbe ein Mittel zur Auswerthung der Messungsergebnisse dar. Denn man kann nur dann nachweisen, dass die Indices rationale Zahlen sind, wenn sie zugleich einfache Zahlen sein müssen.«

Es handelt sich also darum, die Grenze zu ziehen, wo das allgemeine Gesetz der rationalen Indices zu gelten aufhört. Diese Grenze kann durch den Satz ausgedrückt werden, dass isotrope Richtungen bei den Krystallen ausgeschlossen sind, oder, wie üblicher ist und wie wir bei Liebisch gesehen haben, durch den Satz, dass die möglichen Krystallflächen einfache rationale Indices haben müssen.

Der erste Satz legt dem Gesetze der rationalen Indices eine allgemeinere Bedeutung bei als der zweite, da einfache Zahlen einen relativen Begriff

¹⁾ Th. Liebisch, Geometrische Krystallographie 1884, S. 27.

zulassen. Es muss untersucht werden, ob der Ausdruck »rationale Indices« beibehalten werden soll.

Das Haüy'sche Gesetz.

Dieses Gesetz drückt aus, dass die möglichen Flächen des Krystalles nur solche sein können, deren Indices einfache rationale Zahlen sind. Aus den soeben citirten Liebisch'schen Sätzen geht deutlich hervor, dass die Krystalflächen nur rationale Indices haben dürfen, und dass diese sogar in der Mehrzahl der beobachteten Fälle nur den ersten Zahlen der natürlichen Zahlenreihe angehören. Was wollen wir aber mit den Vicinalflächen und krummen Flächen anfangen? Entweder ist das Haüy'sche Gesetz richtig, und wir können die vorgenommenen Winkelmessungen der Art corrigiren, dass rationale Indices herauskommen; oder aber das Haüy'sche Gesetz ist nicht gültig, und dann lässt sich durch Winkelmessung nicht feststellen, ob die Krystalflächen rationale Indices haben oder nicht.

Wenn man also durch Erfahrung feststellen will, ob das Haüy'sche Gesetz in der Krystallographie Geltung habe, muss zu Erfahrungen gegriffen werden, welche nicht auf Winkelmessungen beschränkt bleiben, denn solche sind eben der Art, dass sie sowohl für rationale als für irrationale Indices vollkommen passen, ja besser zu diesen als zu jenen. Die Erfahrung, von welcher hier die Rede ist, betrifft die Krystalsymmetrien.

Wir wollen hier wieder einige Sätze aus der Liebisch'schen Krystallographie wiedergeben, die für unsere Zwecke wichtig sind¹⁾:

»Nachdem wir das geometrische Grundgesetz der Krystallpolyöder in drei gleichbedeutenden Ausdrücken kennen gelernt haben, entsteht die Frage, ob dieses Gesetz nur mit einer allerdings sehr weitgehenden Annäherung oder in aller Strenge gültig ist. Messungen der Flächenwinkel und Beobachtungen über den Zonenzusammenhang der Flächen mit Hilfe des Reflexionsgoniometers sind nicht geeignet eine directe Entscheidung herbeizuführen, da die Bildung der krystallisirten Körper unvermeidlichen Störungen unterworfen bleibt, die sich auch an den vollkommensten Krystallen bei genauen Messungen durch geringe Winkelschwankungen und durch Abweichungen der Flächen vom Zonenverbande verrathen. Um so wichtiger ist die Thatsache, dass ein directer Beweis für die Gültigkeit jenes Gesetzes geführt werden kann, der einen wesentlich höheren Grad von Sicherheit besitzt, weil er sich auf die Gesamtheit unserer Erfahrungen über die Eigenschaften der Krystallpolyöder stützt. Dieser Beweis besteht darin, dass die aus dem Grundgesetze entnommenen geometrischen Folgerungen, die uns die möglichen Symmetrieeigenschaften der Krystallpolyöder voraussagen, durch die Beobachtung bestätigt worden sind.«

Natürlich sind hier nicht alle 32 Krystalsymmetrien gemeint, denn alle sind in der Natur noch nicht mit Sicherheit beobachtet worden. Die Liebisch'schen Worte fassen nur die Symmetrieelemente zusammen, also

1) Th. Liebisch, Grundriss der physik. Krystallographie 1896, S. 33.

die Symmetrieebenen, das Symmetriecentrum und die zwei-, drei-, vier- und sechszähligen Symmetrie- resp. vier- und sechszähligen Inversionsachsen; die 32 Symmetrien sind nachher die möglichen geometrischen Combinationen dieser Symmetrieelemente. Die Frage ist also folgende: Wird das Haüy'sche Gesetz angenommen, so beweist man mit Hülfe desselben, dass die möglichen Symmetrieachsen höchstens zwei-, drei-, vier- und sechszählig sein dürfen; werden diese beobachtet, so schliesst man umgekehrt, dass das Haüy'sche Gesetz gültig ist. Es scheint mir, dass beide Schlüsse nicht gleichberechtigt seien; die Krystalsymmetrien sind nicht eine Folge des Haüy'schen Gesetzes; wenn aber Symmetrien auftreten sollen, so ist ihre höchste Anzahl, 32, mit dem Haüy'schen Gesetze vollständig im Einklange. Umgekehrt geht aus der Erfahrung der 32 Krystalsymmetrien nicht die nothwendige Folge hervor, dass das Haüy'sche Gesetz gilt, da die Symmetrien fortbestehen, auch wenn die Flächen irrational oder gar krumm sind. Der Umstand, dass Symmetrien bei den homogenen Zuständen auftreten, steht nicht im Zusammenhange mit dem Haüy'schen Gesetze; oder die Brücke zwischen jenem und diesem ist bis jetzt nicht geschlagen.

Wohlentwickelte Krystalle zeigen unzweifelhaft, dass die meist ausgebildeten Flächen und Zonen dem Haüy'schen Gesetze so nahe kommen, dass man die Differenzen auf kleine Fehler zurückführen darf; allein alle anderen wenig ausgebildeten Flächen, welche um jene symmetrisch angeordnet sind, sind unbedingt irrational und auch krumm. Es mag hier näher auf die Form des homogenen Zustandes eingegangen werden, und zwar stellen wir Einiges über die amorphen Körper voraus.

Lasse man etwas Oel in ein dasselbe specifische Gewicht zeigende Gemisch von Alkohol und Wasser fallen. Das darin schwimmende Oel nimmt die Kugelform an; die äusseren auf das Oel wirkenden Kräfte bestehen nur in gleichförmigen Oberflächenkräften, da die Schwerkraft als beseitigt zu denken ist. Auch Wasser- oder Quecksilbertropfen nehmen die Kugelform an, da die allein wirkende Kraft — die Schwere — im Verhältnisse zu den inneren Molekularkräften verschwindend klein ist. Wenn überhaupt nur gleichförmig vertheilte Oberflächenkräfte einwirken und Massenkkräfte verschwindend klein sind, so gestalten die amorphen Körper sich zu einer Kugel. Sobald aber äussere verschiedene Kräfte auf den amorphen Körper wirken, so nimmt dieser irgend welche Form an, welche die Folge des zwischen den inneren Molekularkräften und äusseren Kräften herrschenden Gleichgewichtes ist.

Etwas Aehnliches treffen wir bei den Krystallen. Die Auskrystallisirung beginnt mit der Bildung von sehr kleinen Kryställchen, die gewöhnlich einfach und genau geformt sind. Bei der Bildung von solchen Kryställchen wirken zwar gleichmässig nur Oberflächenspannung, die osmotischen Kräfte, die Capillarkräfte etc. Man kann sich daher vorstellen, dass die Form der

kleinen Kryställchen nahezu der eigenen (wenn wir uns so ausdrücken wollen) Form der krystallisirten Materie entspricht, so wie die Kugelform der Tropfen als die eigene Form des amorphen Zustandes angesehen werden kann. Und es mag auch sein, dass solche Form dem Haüy'schen Gesetze vollständig entspricht. Durch das Weiterwachsen des Krystalles treten äussere Kräfte auf; da hier die Bedingungen des herrschenden Gleichgewichtes mannigfach sein können, so dürfen wir auch erwarten, dass die unter diesen Umständen entstehenden Krystalle mannigfaltig geformt sein werden. Man ist gewöhnt, auch auf solche Krystalle das Haüy'sche Gesetz anzuwenden und die gemessenen Lagen der irrationalen Flächen so zu corrigiren, dass sie der Rationalität der Indices entsprechen. Die hier behandelten Krystallflächen herrschen manchmal bei den Krystallen vor und sie lehren, wie verschiedene Bedingungen des Gleichgewichtes bei der Entstehung des Krystalles bestanden haben müssen. Durch Anwendung der Rationalität der Indices und der folgenden Verbesserung der Flächenwinkel wird ein Bild des Krystalles gewonnen, welches der Wahrheit ziemlich nahe kommt und für die weitere Forschung von Wichtigkeit sein kann. Aber dadurch gehen die Einzelheiten der Gestalt verloren, welche ebenso wichtig sein können, wie eine nach einer Hypothese berechnete mittlere Gestalt. Durch Nichtberücksichtigung des Haüy'schen Gesetzes wird man die Krystallformen ohne Vorurtheil studiren und mehr auf die Gestalt, d. h. mehr auf den Verband der Flächen Gewicht legen, als auf die Auffindung von neuen rationalen Flächen, die eigentlich unzählig sein können, wenn man alle Individuen von allen Fundorten vereinigen würde. Die schon weitverbreiteten zweikreisigen Goniometer und das neu eingeführte Krystallphotogrammometer¹⁾ beweisen, dass die Idee sich Bahn bricht, von den Krystallflächen wissen zu wollen, nicht wie sie sein sollten, sondern wie sie wirklich sind.

Zum Studium aller rationalen und irrationalen, ebenen und krummen Flächen eignen sich die Miller'schen Indices durchaus nicht. Werden auch die herrschenden Zonen und ausgebildeten Flächen durch die Miller'schen Indices bezeichnet, so geht die Uebersichtlichkeit verloren, falls für die Vicinal- und polyëdrischen, für die krummen Flächen etc. dieselbe Bezeichnungsart verwendet wird, abgesehen davon, dass sie auch nicht bequem und praktisch ist. Wir sollen bedenken, dass alle Nebenflächen, von denen hier die Rede ist, gewöhnlich symmetrisch um die ausgebildeteren Flächen (wir wollen sie Hauptflächen nennen) angeordnet sind, und darum muss die Bezeichnungsart derselben auf die Hauptflächen sich beziehen; das wird nur durch die Positionswinkel erreicht, welche das zweikreisige

1) M. Schwarzmänn, N. Jahrb. f. Min. etc. 1900, 2, 4—38.

Goniometer unmittelbar angiebt, und welche die Berechnung der Parameter vermeiden.

Die Parameter der Flächen hatten einen Zweck, als die Feststellung der Lage der Krystallflächen mit Hülfe der Flächenwinkel erreichbar war; heutzutage hat die Erfahrung bewiesen, dass eine solche Feststellung durch die Positionswinkel am besten geschieht. Für das Studium der Aetzfiguren lässt sich z. B. nur die Methode der Positionswinkel gut anwenden.

Es mag zusammengestellt werden, was in diesem Kapitel auseinander gesetzt worden ist:

Einzelne Krystallflächen sind eben und haben einfache rationale Indices; andere, sowohl ebene als krumme, haben **keine** rationalen Indices.

Ich glaube, durch diesen Satz muss dem Ausdruck gegeben werden, was das Haüy'sche Gesetz an Wahrheit enthält.

Die Hauptsache dieser Betrachtung liegt aber darin, nicht nur die richtige Bedeutung des Haüy'schen Gesetzes hervorgehoben, sondern auch dargelegt zu haben, welchen Werth dasselbe für die Entwicklung der Krystalsymmetrien besitzt.

Die physikalischen Erscheinungen.

Der Zweck der folgenden Betrachtungen ist nicht eine ausführliche Behandlung sämtlicher physikalischen Erscheinungen. Hier wollen wir die einzelnen Erscheinungen nur insofern behandeln, als sie für die genaue Feststellung der Homogenität und der Symmetrien des homogenen Zustandes erforderlich sind, denn unsere Absicht ist eben, den homogenen Zustand zu erkennen und die möglichen Symmetrien zu begründen. Wir beginnen mit jenen Erscheinungen, welche durch das Ellipsoidgesetz bestimmt sind; wir schreiten dann zu den elastischen und schliessen dieses Kapitel mit den piëzo- und pyroelektrischen Erscheinungen.

Die durch das Ellipsoidgesetz bestimmten Erscheinungen können erstens solche sein, für welche das Ellipsoid eine physikalische Bedeutung hat, und zweitens solche, wo das Ellipsoid nur als mittelbare Erklärung der Erscheinungen gilt; von den ersteren werden wir die thermische Ausdehnung, die diëlektrische und die magnetische Influenz besprechen; von den zweiten werden wir nur die optischen Erscheinungen berücksichtigen.

Die thermische Ausdehnung. Wenn ein chemisch homogener Körper, dessen parallele Vektoren alle gleich sind, einer gleichförmigen Temperaturänderung ohne äusseren Druck ausgesetzt ist, so wird er sich nach allen parallelen Vektoren gleich ausdehnen (resp. negativ ausdehnen). Oder: dehnt sich ein Körper nach allen parallelen Richtungen gleich aus, wenn er vor und nach der Ausdehnung gleichmässig erwärmt ist, so be-

hauften wir, dass der chemisch homogene Körper alle parallelen Richtungen physikalisch gleich aufweist.

Aus der Bedingung der gleichförmigen Ausdehnung folgt, dass, wenn der Körper bei einem Temperaturzustande die Kugelgestalt hat, er im Allgemeinen die Ellipsoidgestalt erhält, falls die Temperatur eine andere, aber noch immer gleichförmige geworden ist. Das Ellipsoid ist dreiaxig, aber in speciellen Fällen kann es Rotationsellipsoid oder Kugel werden. Mit diesen wenigen Worten haben wir das sogenannte Ellipsoidgesetz ausgesprochen. Es gilt sowohl für amorphe als auch für homogene Körper, für alle solche nämlich, wo der Zustand nach parallelen Richtungen gleichförmig ist. Ist also das Ellipsoidgesetz gültig, so haben wir einen Zustand der Materie vor uns, der gleichförmig ist, aber sowohl amorph als homogen sein kann; und zwar: liefert die thermische Deformation der Kugel

1. wieder eine Kugelgestalt, so kann der gleichförmige Zustand sowohl amorph als homogen sein. Alle Richtungen sind thermisch isotrop;

2. ein Rotationsellipsoid, so kann der Zustand nur homogen sein, wobei die Rotationsaxe eine Axe der thermischen Isotropie ist;

3. ein dreiaxiges Ellipsoid, so kann der Zustand nur homogen sein, wobei drei zu einander senkrechte thermische Symmetriecaxen vorhanden sind. Diese können entweder a) eine constante Lage haben, oder b) eine davon kann eine solche haben, oder c) alle drei können eine mit dem Temperaturintervall variable Orientirung besitzen.

Da das Ellipsoidgesetz sowohl für amorphe als auch für homogene Zustände gilt, so dürfen wir behaupten, dass es mit dem Principe der Homogenität nicht zusammenhängt¹⁾.

Die diëlektrische Influenz. Das hervorgehobene Ellipsoidgesetz hat eine Gültigkeit auch bei diesen Erscheinungen. Wir wollen es ganz elementar darstellen. Mögen zwei elektrische Massen m_1 und m_2 im leeren Raume gegeben sein, zwischen denen eine Anziehung (resp. Abstossung) von der Grösse F herrscht. Sobald zwischen den genannten Massen eine Substanz eingeschaltet ist, z. B. Glas, so bleibt die Anziehungskraft zwischen den beiden elektrischen Massen m_1 und m_2 nicht F , sondern sie wird kleiner, etwa gleich $\frac{F}{e}$, wo die Zahl e grösser als 1 ist. Man hat die Zahl e den

Diëlektricitätscoëfficienten genannt. Wenn eine der beiden elektrischen

4) Ich bin mit der von E. v. Fedorow in seinen »Beiträgen zur zonalen Krystallographie« (diese Zeitschr. **34**, 553 ff.) gegebenen Auffassung des Ellipsoidgesetzes nicht vollkommen einverstanden, da dieses Gesetz nicht als eine mathematische Folge der Homogenität der Structur, sondern als die unmittelbare (logische) Folge des gleichförmigen (amorphen oder homogenen) Zustandes betrachtet werden muss. Eine bessere Einsicht in das Ellipsoidgesetz gewinnt man, wenn mannigfaltige homogene Deformationen in einem Körper hervorgebracht werden. Bei der Besprechung der elastischen Erscheinungen wird dieser Umstand noch besonders hervortreten.

Massen, z. B. m_1 , in einen Punkt des Glases verlegt wird, so wird in der zweiten Masse m_2 , welche ebenfalls in demselben Glase liegt, stets dieselbe Kraft $\frac{F}{e}$ herrschen, wo immer auch die zweite elektrische Masse gelegen sein mag, vorausgesetzt, dass sie immer in derselben Entfernung von der Masse m_1 liegt; mit anderen Worten: wenn die Masse m_1 in's Centrum einer Glaskugel verlegt ist, so herrscht auf der Oberfläche der Kugel stets dieselbe Kraft $\frac{F}{e}$, deren Richtung mit der Richtung des Radius zusammenfällt.

Wenn zwischen elektrischen Massen m_1 und m_2 nicht Glas liegt, sondern irgend ein homogener Körper, so wechselt im Allgemeinen die Grösse und die Richtung der Kraft für jede Lage der Masse m_2 . Ist der Zustand homogen, so ist er auch gleichförmig, und somit müssen die Dielektricitätscoëfficienten für alle parallelen Richtungen dieselben sein.

Wir nehmen an, dass nach drei auf einander senkrechten Richtungen x , y , z die Dielektricitätscoëfficienten e_1 , e_2 , e_3 herrschen, und zwar so, dass, wenn zwischen zwei Massen m_1 und m_2 , welche in den benannten Richtungen gelegen sind, die resp. Kräfte $\frac{F}{e_1}$, $\frac{F}{e_2}$, $\frac{F}{e_3}$ herrschen, die Richtungen der Kräfte mit den Verbindungslinien der Massencentren zusammenfallen. Unter solchen Bedingungen ist nicht wie vorher die Kugeloberfläche der Ort der gleichen Wirkungskraft zwischen zwei Massen, von denen die eine im Centrum liegt, sondern eine Ellipsoidfläche, und zwar das folgende Ellipsoid:

$$\frac{x^2}{e_1^2} + \frac{y^2}{e_2^2} + \frac{z^2}{e_3^2} = 1. \quad (1)$$

Ist eine elektrische Masse im Centrum des Ellipsoids (1) und wird eine zweite elektrische Masse auf die Oberfläche dieses Ellipsoids verlegt, so besteht zwischen den beiden Massen dieselbe elektrische Kraft, auf welchem Punkte der Ellipsoidoberfläche auch die zweite elektrische Masse gelegen sein mag.

Es gilt dasselbe Ellipsoidgesetz wie bei der thermischen Ausdehnung. Hier können wir eine Folge davon anführen. Die elektrische Kraft hat an jedem Punkte der Ellipsoidoberfläche dieselbe Intensität; aber ihre Richtung fällt nicht stets in die Verbindungslinie der elektrischen Massen. Wo diese Verbindungslinie das Ellipsoid

$$\frac{x^2}{e_1} + \frac{y^2}{e_2} + \frac{z^2}{e_3} = 1 \quad (2)$$

trifft, ziehe man die Tangentialebene an das Ellipsoid (2), so ist die Richtung der Kraft senkrecht zu dieser Tangentialebene, welche offenbar nur in drei resp. sechs Stellen mit der Verbindungslinie zusammenfällt.

Wir haben hier wie bei der vorigen physikalischen Erscheinung fünf Fälle zu unterscheiden:

1. Das Ellipsoid ist eine Kugel. Alle Richtungen sind dielektrisch isotrop; dies gilt sowohl für amorphe, als für homogene Zustände;

2. das Ellipsoid ist ein Rotationsellipsoid, nur eine Richtung ist dielektrisch isotrop; das gilt für homogene Zustände;

3. das Ellipsoid ist dreiaxig; drei Richtungen sind dielektrische Symmetriachsen. Hier können die drei dielektrischen Hauptachsen entweder a) eine constante Lage, haben, oder b) nur eine derselben, oder endlich c) alle drei können eine mit der elektrischen Masse variable Orientirung haben. Dies gilt nur für homogene Zustände.

Wir können uns also auch bei der dielektrischen Influenz vollkommen davon überzeugen, dass das Ellipsoidgesetz keine mathematische Folge der Homogenität sein kann, indem es für amorphe und homogene Zustände gilt.

Ähnliche Schlussfolgerungen erzielen wir bei der para- und diamagnetischen Influenz, sowie bei der Elektricitäts- und Wärmeleitung. Niemals können solche Erscheinungen dazu dienen, unzweideutig die amorphen von den homogenen Zuständen zu unterscheiden.

Wie einfach alle die bis jetzt besprochenen physikalischen Erscheinungen sind und wie einfach sie auch vor sich gehen, um so schwieriger sind sie doch, wenn man bedenkt, dass die genannten Erscheinungen nicht isolirt auftreten können. Entsteht eine Temperaturänderung, so hat man gleichzeitig auch elektrische Erscheinungen; wird der Krystall elektrisch influenzirt, so ist eine magnetische Influenz unvermeidlich.

Die folgenden Erscheinungen werden eine weitere Eintheilung der homogenen Zustände ermöglichen.

Optische Erscheinungen. Für die Erklärung dieser Erscheinungen sind zwei Hypothesen zulässig. Die eine geht von der Annahme aus, dass das Licht in einer elektrischen Schwingung besteht, wobei auch magnetische Schwingungen zugleich auftreten müssen; die andere setzt voraus, dass der Aether elastisch ist und dass die Schwingungen der Aethertheilchen direct die Lichterscheinungen hervorbringen. Wir wollen hier nur die Hauptmomente letzterer hervorheben.

Werden nur transversale Schwingungen angenommen, und werden die Lichtgeschwindigkeiten nach allen Richtungen von einem Punkte aus aufgetragen, so stehen alle so auf den Richtungen erhaltenen Grenzpunkte auf einem Orte, der Structur- oder Wellenfläche genannt wird. Die durch diese Fläche bestimmten Hauptgeschwindigkeiten mögen proportional zu a , b und c sein.

Die besondere Form dieser Fläche, welche als Folge der dem Aether zugesprochenen Eigenschaften zu betrachten ist, bildet das Fresnel'sche Gesetz der Lichterscheinungen in Krystallen. Diese Form kann leicht con-

struirt werden, und in Folge dessen kann das Fresnel'sche Gesetz eine einfachere Beschreibung erhalten. Sollen nach einer Richtung die Lichtgeschwindigkeiten gefunden werden, so führe man eine zu dieser Richtung senkrechte Ebene. Sie schneidet folgendes Ellipsoid:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

in einer Ellipse, deren Hauptaxen a' und c' sein mögen. Die Richtungen a, b, c des Ellipsoids sind zu den gleichbenannten Hauptrichtungen der Wellenfläche senkrecht. Nun sagt das Fresnel'sche Gesetz, dass die Lichtgeschwindigkeiten nach der betrachteten Richtung proportional zu a' und c' und ihre Polarisations Ebenen zu a' und c' parallel sind. Also können die Lichterscheinungen einfach durch ein Ellipsoid beschrieben werden, das Fresnel'sches Ellipsoid genannt wird.

Man hat sich die Coëfficienten a, b, c proportional zu den drei Hauptelasticitätsconstanten des Aethers vorgestellt, und darum wurde das Fresnel'sche Ellipsoid als optisches Elasticitätsellipsoid bezeichnet. Denke man sich, dass der Aether nach den drei Richtungen a, b, c ausgedehnt wird, und zwar proportional resp. zu den Grössen a, b, c , also indem man dieselbe Kraft nach den drei Richtungen a, b, c wirken lässt. Alle im Aether betrachteten Richtungen werden sich daher proportional zu den entsprechenden Vektoren des Fresnel'schen Ellipsoids ausdehnen, wenn alle parallelen Richtungen gleichwerthig sein sollen; es geschieht genau so wie bei den vorher betrachteten Erscheinungen. Das Fresnel'sche Ellipsoid hat daher Gültigkeit sowohl für amorphe, als auch für homogene Körper. Die Ellipsoidvectoren haben aber nicht die Bedeutung von Elasticitätscoëfficienten des Aethers nach den betreffenden Vektoren, und das Ellipsoid selbst hat daher mehr eine geometrische als eine physikalische Bedeutung.

Würde man das Elasticitätsellipsoid nur für eine bestimmte Art von Aetherschwingungen betrachten, so könnte man nur drei Arten von gleichförmigen Zuständen unterscheiden, nämlich, je nachdem das Fresnel'sche Ellipsoid

1. eine Kugel ist; jede Richtung ist optisch isotrop. Der gleichförmige Zustand kann sowohl amorph als homogen sein;
2. ein Rotationsellipsoid ist; eine einzige Richtung, die Rotationsaxe, ist eine Axe der optischen Isotropie. Der Zustand kann nur homogen sein;
2. ein dreiaxiges Ellipsoid ist; die drei Axen sind optische Symmetriexen. Der Zustand kann nur homogen sein.

Die elastischen Erscheinungen des Aethers haben aber den Vortheil, dass man verschiedene Arten von Aetherschwingungen, d. h. für verschiedene Wellenlängen, eintreten lassen kann; die Richtungen und Grössen von a, b, c variiren im Allgemeinen. Warum sie im Allgemeinen variiren kön-

nen, erklären uns weder die Eigenschaften des Aethers, noch die Structurtheorie. Wir können infolgedessen noch folgende homogene Abtheilungen unterscheiden:

4. eine Elasticitätsaxe des Aethers ist gemeinschaftlich. Sie heisst optische Symmetrieaxe;

5. keine Elasticitätsaxe ist gemeinschaftlich. Es existirt keine optische Symmetrieaxe ¹⁾.

Wir haben zwar durch die Lichterscheinungen die Möglichkeit, fünf gleichförmige Zustände von einander zu trennen, von denen vier unbedingt homogen sein müssen; nichtsdestoweniger haben wir durch diese physikalischen Erscheinungen noch kein Mittel an der Hand, einen homogenen Zustand in allen Fällen unzweideutig zu erkennen.

Falls die Lichterscheinungen als elektrische Schwingungen aufgefasst werden, so haben wir keine erheblichen Modificationen an dem soeben hervorgehobenen Resultate anzubringen. Die Fortpflanzungen der elektrischen Wellen beziehen sich auf das zweite Ellipsoid der dielektrischen Influenz, und die Erscheinungen, welche hiermit eng verbunden sind, werden magnetische Wellen sein.

Elastische Erscheinungen. Wir wollen uns bei diesen physikalischen Erscheinungen etwas länger aufhalten aus folgenden Gründen: erstens weisen sie so scharfe Charaktere auf, dass mit Hülfe derselben sofort ein homogener Zustand erkannt werden kann; zweitens sind bis jetzt die elastischen Erscheinungen immer mathematisch behandelt worden ²⁾. Hier sollen sie elementar, und dabei so streng wie nur möglich, dargestellt werden.

Wenn wir bei den elastischen Erscheinungen nur Deformationen betrachten, abgesehen von den äusseren Kräften, welche die Deformationen hervorbringen, dann besteht das Ellipsoidgesetz genau so wie für die thermische Deformation, denn hier wie dort ist die Deformation um einen Punkt homogen. Mögen zum Beispiel die Deformationen nach drei aufeinander senkrechten Richtungen betrachtet werden. Da alle parallelen Richtungen gleichwerthig sind, so dehnen sich alle parallelen Richtungen gleichmässig proportional zu der Länge aus; folglich geht eine Kugel nach der Deformation unter diesen Verhältnissen in ein Ellipsoid über, ganz gleich, ob der Körper amorph oder homogen ist, wenn er nur der Bedingung genügt, dass er gleichförmig ist. Das aus einer Kugel nach der Deformation

1) Diese zwei Abtheilungen folgen natürlich nicht aus dem Fresnel'schen resp. dem Ellipsoidgesetze des Lichtes.

2) Ausser den Arbeiten von F. Neumann und Kirchhoff sehe man besonders: W. Voigt, Wiedem. Ann. d. Physik 1882, **16**, 273 und 398 (diese Zeitschr. **9**, 208). — Aron, Wiedem. Ann. 1883, **20**, 272 (diese Zeitschr. **9**, 248). — B. Minnigerode, Nachrichten d. k. Akad. zu Göttingen 1884, 493, 374 u. 488 (diese Zeitschr. **11**, 98).

entstandene Ellipsoid kann irgend welche Lage und Grösse haben, je nach den vorgenommenen Verlängerungen. Das Ellipsoidgesetz hat also auch für die elastischen Erscheinungen seine Gültigkeit und beweist besser als die vorher betrachteten Erscheinungen, dass ein solches Gesetz keine Folge des homogenen Zustandes ist.

Die elastischen Erscheinungen erlangen erst dann eine grosse Wichtigkeit für die Krystalle, wenn die Deformationen von den anzuwendenden äusseren Kräften abhängig gemacht werden.

In Folge der durch die äusseren Kräfte eingetretenen Deformationen des Krystalles entstehen innere Kräfte, welche den äusseren das Gleichgewicht halten müssen. Wir werden in unseren folgenden Betrachtungen die inneren Kräfte berücksichtigen.

Zwar gilt um jeden Punkt herum des Ellipsoidgesetz, d. h. um jeden Punkt geht eine recht kleine Kugel in ein Ellipsoid über; da aber die Deformationen von Punkt zu Punkt variiren, so erhalten die Deformationsellipsoide verschiedene Orientirung und Grösse. Also geht durch die elastische Deformation im Allgemeinen die Gleichförmigkeit und die Homogenität des Krystalles verloren. Wir haben daher zu erwarten, dass durch passende Anordnung der äusseren Kräfte die besondere Beschaffenheit der Homogenität und die Symmetrien hervortreten werden.

In der Folge werde ich bei Besprechung der verschiedenen Symmetrien die von Groth (Phys. Kryst.) gebräuchliche Nomenclatur verwenden.

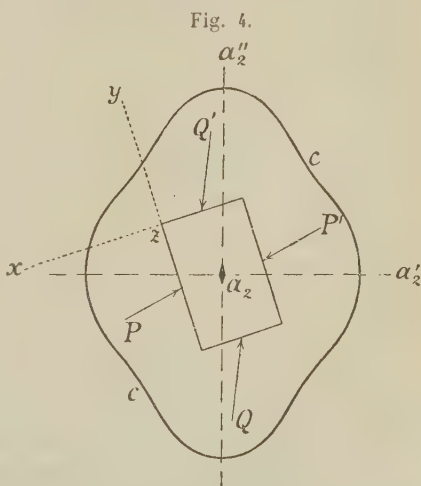
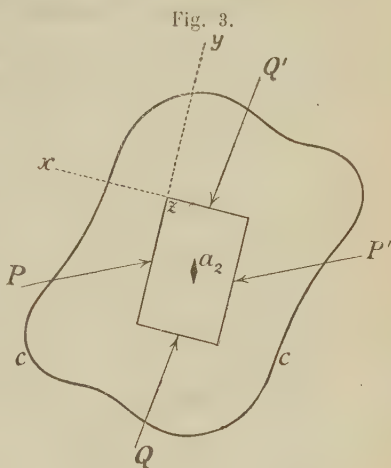
Wir nehmen eine Kugel aus dem Krystalle heraus und lassen sie beliebig von äusseren Kräften beanspruchen. Infolgedessen wird die Kugel in eine andere Form übergehen, und wegen dieser Deformation werden innere Spannungen entstehen, die wir uns als Flächenkräfte vorstellen. Wir beziehen alle Kräfte auf ein orthogonales Coordinatensystem x, y, z und theilen zu diesem Zwecke die ganze Kugel in lauter kleine Parallelepipeda, deren Kanten zu x, y, z parallel sein mögen. Wir nehmen ein Parallelepipeton heraus und betrachten die Kräfte, welche auf seine Flächen einwirken. Solche inneren Kräfte und die mit diesen zusammenhängenden Deformationen werden durch lineare Beziehungen verbunden sein. Diejenige Dilatation der Längeneinheit in einer bestimmten Richtung, welche durch einen in derselben Richtung ausgeübten Zug Eins erzeugt wird, heisst Dehnungscoefficient. Wir tragen von einem festen Punkte aus die allen Richtungen entsprechenden Dehnungscoefficienten auf, so erhalten wir einen Ort, welcher Dehnungsfläche heisst. Und es ist gerade diese Dehnungsfläche, welche für alle elastischen Erscheinungen eine grosse Wichtigkeit besitzt.

Wir beginnen mit einer zweizähligen Axe und untersuchen, wie in diesem Falle sich die Dehnungsfläche gestaltet. Da eine zweizählige Axe und das Symmetriecentrum eine zur Symmetrieaxe senkrechte Symmetrie-

ebene bedingen, so ist es natürlich, dass die einer zweizähligen Symmetrie-axe entsprechende Dehnungsfläche in Bezug auf diese Axe und auf die zu dieser Axe senkrechte Ebene symmetrisch sein muss. In der Fig. 3 ist a_2 die zweizählige, zur Zeichnungsebene senkrecht gedachte Symmetrieaxe, und ee stellt einen zur Symmetrieebene parallelen Schnitt der Dehnungsfläche dar. Wir haben nun zu untersuchen, ob sich eine so angenommene Dehnungsfläche mit den elastischen Erscheinungen bei einem Krystalle mit einer zweizähligen Symmetrieaxe vertragen könne. Wir haben zu diesem Zwecke zu sehen, ob eine Veränderung der Deformation des Krystalles eintritt oder nicht, wenn das ganze System der äusseren Kräfte um 180° um die zweizählige Axe gedreht wird. Wegen der vorhandenen Sym-

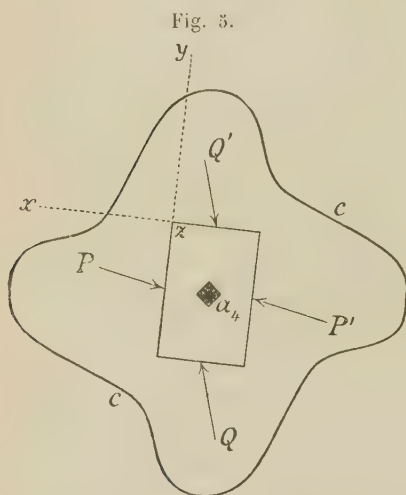
metrie ist offenbar eine solche Veränderung ausgeschlossen. Denken wir uns also die Drehung vorgenommen, so drehen sich um ebenso viel auch die inneren Kräfte; aber ihre Grösse und Lage auf das Coordinatensystem bleibt unverändert, und daraus muss man schliessen, dass auch keine wirkliche Veränderung in der Deformation des Krystalles eingetreten sein kann. Also verträgt sich eine Dehnungsfläche, welche in Bezug auf eine zweizählige Axe symmetrisch ist, mit den elastischen Erscheinungen. Wenn wir eine solche allgemeine Dehnungsfläche

für die zweizählige Axe genauer betrachten, so erfahren wir durch eine einfache Ueberlegung, dass auch eine andere Form, und zwar eine speciellere Form derselben zulässig ist. Eine solche Form ist in der Fig. 4 durch den parallelen Schnitt ee dargestellt, wobei nicht eine zweizählige Symmetrieaxe allein, sondern drei zweizählige aufeinander senkrechte Symmetrieachsen a_2, a_2', a_2'' gegeben sind. Wegen des vorhandenen Symmetriecentrums sind gleichzeitig auch drei aufeinander senkrechte Symmetrieebenen vorhanden. Eine zweizählige Symmetrieaxe für die elastischen Erscheinungen ist also zulässig, und zwar in der Weise, dass



erstens eine zweizählige Axe allein vorkommt, oder zweitens, dass drei aufeinander senkrechte zweizählige Axen gleichzeitig auftreten.

Wir nehmen jetzt eine vierzählige Symmetrieaxe an und untersuchen, ob die elastischen Erscheinungen eine vierzählige Symmetrie besitzen dürfen. Wenn wir eine solche Frage untersuchen wollen, so müssen wir von der Annahme ausgehen, dass die elastische Dehnungsfläche in Bezug auf eine



vierzählige Symmetrieaxe symmetrisch ist. Zu diesem Zwecke legen wir die z -Axe in die vierzählige Symmetrieaxe, Fig. 5, die zur Zeichnungsebene senkrecht und durch den Punkt a_4 dargestellt ist. Wir betrachten die zur Zeichnungsebene parallelen Schnitte der Dehnungsfläche; ein solcher sei cc , der in Bezug auf den Punkt a_4 vierzählig symmetrisch sein muss. Auch in diesem Falle sollte keine Veränderung in der Deformation des Krystalles eintreten wegen der vorhandenen Symmetrie, falls das ganze System der äusseren Kräfte um 90° um die vierzählige Axe gedreht wird.

In Folge einer solchen Drehung gehen die Kräfte PP' , welche auf die zur x -Axe senkrechten Flächen wirken, in eine solche Lage über, dass sie auf die Flächen, welche zur y -Axe senkrecht stehen, zu wirken kommen; und ebenfalls kommen die Kräfte QQ' , welche auf die zur y -Axe senkrechten Flächen wirken, in gleicher Weise auf die zur x -Axe senkrechten Flächen zu wirken, so dass also die Grössen und die Lagen der inneren Kräfte in Bezug auf x und y die gleichen bleiben, nur dort, wo x steht, kommt y zu stehen, und umgekehrt.

Da also im Inneren kein Unterschied als Folge der äusseren ausgeübten Kräfte eintreten kann, so erfährt die Deformation des Körpers keine Veränderung, und ist die angenommene in Bezug auf eine vierzählige Symmetrieaxe symmetrische Dehnungsfläche für die elastischen Erscheinungen möglich.

Wir sehen auch hier bei einer vierzähligen Symmetrieaxe, dass zwei Fälle möglich sind. Entweder ist die Dehnungsfläche der Art, dass sie nur in Bezug auf die vierzählige Axe symmetrisch ist, oder aber der Art, dass sie noch in Bezug auf vier zweizählige Axen symmetrisch ist, wie in Fig. 6 dargestellt ist. Da die Dehnungsfläche das Symmetriecentrum haben muss, so sieht man, dass andere Fälle für eine vierzählige Symmetrieaxe unmöglich sind.

Wie gehen jetzt zu der Untersuchung über, ob überhaupt eine dreizählige Symmetrieaxe bei den elastischen Erscheinungen vorkommen kann und wie sich die Dehnungsfläche gestalten muss. Vorerst ist einleuchtend, dass die Dehnungsfläche symmetrisch in Bezug auf die dreizählige Axe sein muss. Die dreizählige Symmetrieaxe möge wieder senkrecht zur Zeichnungsebene gedacht und durch a_3 (Fig. 7) dargestellt werden. Die Zeichnungsebene selbst gehe durch das Centrum der Dehnungsfläche. Ist nun $c'c'c'$ ein horizontaler Schnitt der Dehnungsfläche, so muss derjenige Schnitt dieser Fläche, in der Fig. 7 durch $c''c'e''$ dargestellt, der auf gleiche

Entfernung von der Zeichnungsebene geführt worden ist, wie der Schnitt $c'c'c'$, aber auf der entgegengesetzten Seite, genau gleich sein wie der Schnitt $c'c'c'$, nur umgekehrt in Bezug auf die dreizählige Axe, wenn das Symmetriecentrum bestehen soll. Die orthogonalen Coordinatenachsen x, y, z mögen gleich geneigt sein in Bezug auf die dreizählige Axe, und seien P, Q, R die inneren Kräfte, die auf die Flächen einwirken, welche beziehungsweise zu den x, y, z -Achsen senkrecht stehen.

Wenn eine so gedachte Dehnungsfläche möglich sein soll, so darf keine Veränderung in der Deformation des Krystalles eintreten, wenn man das ganze System der äusseren wirkenden Kräfte um 120° um die dreizählige Symmetrieaxe dreht, so lange eine solche Symmetrie bestehen soll.

Durch eine solche Drehung erfahren auch die inneren Kräfte dieselbe Drehung, d. h. die Kraft P kommt auf die Fläche xz , die Kraft Q auf xy und endlich die Kraft R auf yz zu wirken.

Fig. 6.

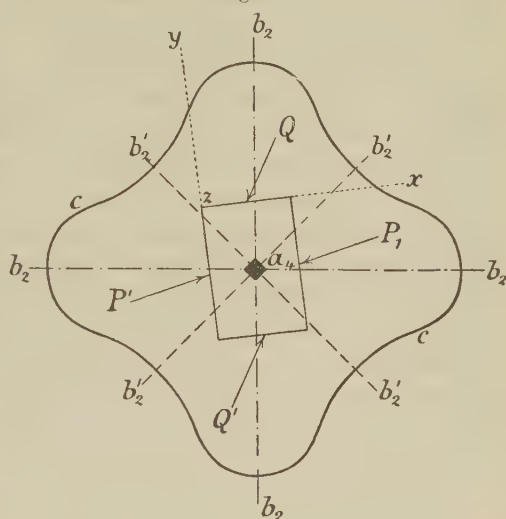
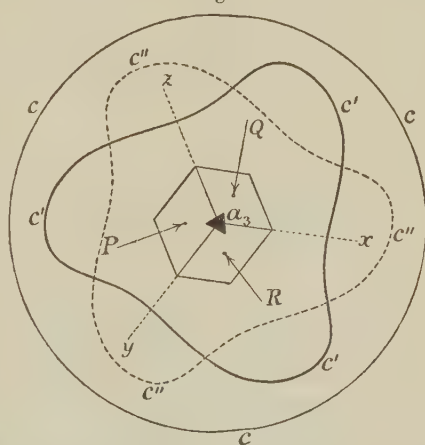


Fig. 7.



Wir sehen daher, dass die einzige Veränderung nur in einer cyklischen Vertauschung der Buchstaben x, y, z besteht, alles Andere bleibt sich gleich.

Durch eine erfolgte Drehung um 120° um die dreizählige Axe des ganzen Systems der äusseren Kräfte wird die Deformation des Körpers nicht verändert, und wir schliessen daraus, dass die angenommene Form der Dehnungsfläche für eine dreizählige Symmetrieaxe möglich ist. Sie kann also im Allgemeinen beliebig sein, nur muss sie in Bezug auf die dreizählige Symmetrieaxe und auf das Symmetriecentrum symmetrisch sein; keiner weiteren Bedingung darf sie unterliegen für die Möglichkeit der elastischen Erscheinungen.

Wir können uns sehr leicht überzeugen, dass auch eine specielle Form der Dehnungsfläche, unter Beibehaltung, dass die Symmetrieaxe dreizählig sein soll, möglich sein muss.

Eine solche Dehnungsfläche ist in der Fig. 8 dargestellt, wobei dieselbe Bezeichnung wie in der Fig. 7 dasselbe Gebilde angiebt. Wir sehen, dass eine solche Form der Dehnungsfläche in Bezug auf drei Symmetrieebenen s_1, s_2, s_3 , welche durch die dreizählige Axe gehen, symmetrisch ist.

Fig. 8.

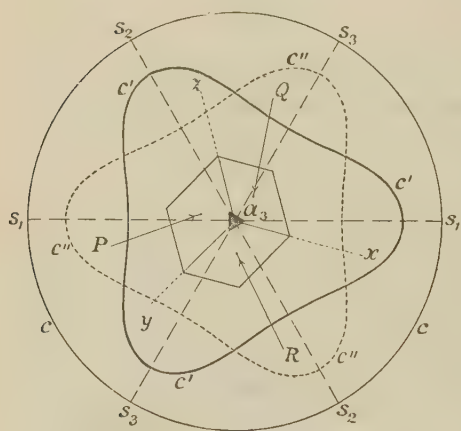
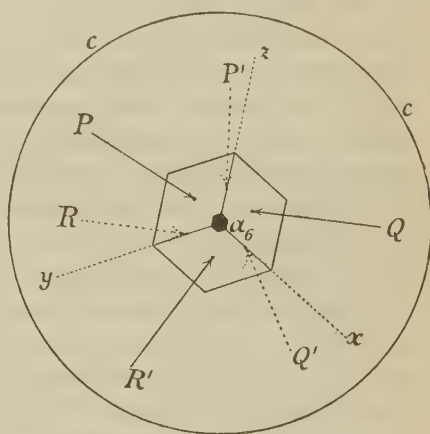


Fig. 9.



Da die Dehnungsfläche das Symmetriecentrum haben muss, so sind andere Fälle für eine dreizählige Axe unmöglich.

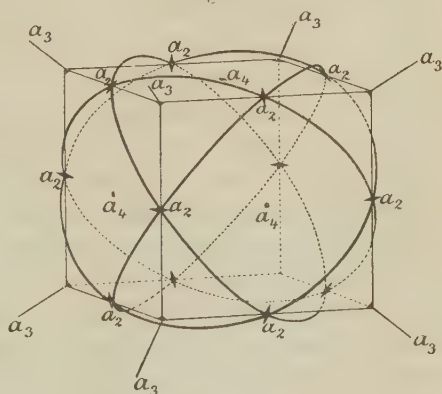
Wir nehmen jetzt irgend welche Symmetrieaxe; der Einfachheit wegen sei sie sechszählige. In dem allgemeinsten Falle muss die dazu gehörige Dehnungsfläche in Bezug auf die sechszählige Axe symmetrisch sein. Wir haben zu untersuchen, ob diese allgemeine Annahme für die elastischen Erscheinungen möglich sei, d. h. ob die elastischen Erscheinungen eine sechszählige Symmetrieaxe besitzen dürfen.

In der Fig. 9 stelle α_6 die sechszählige, zur Zeichnungsebene senkrecht gedachte Symmetrieaxe dar; ferner seien x, y, z die drei Coordinatenachsen,

welche zur Symmetrieaxe gleichgeneigt sind, und stellen P, Q, R die inneren Kräfte dar, welche beziehungsweise auf die Flächen yz, zx, xy einwirken. Ist eine Deformation in Folge der äusseren Kräfte eingetreten, so denken wir uns das ganze System der äusseren Kräfte um 60° oder, wenn wir eine n -zählige Symmetrieaxe im Allgemeinen betrachten, um $\frac{360^\circ}{n}$ um die Symmetrieaxe gedreht. Wegen der vorhandenen Symmetrie sollte keine Veränderung in den inneren Kräften in Bezug auf x, y, z eintreten. Wir sehen dagegen, wenn wir die angeführte Drehung der inneren Kräfte ausführen, dass eine Veränderung der inneren Kräfte eintreten muss. In der Fig. 9 stellen z. B. P', Q', R' die Lage der inneren Kräfte nach erfolgter Drehung dar. Nur dann wird keine Veränderung der Deformation zu Stande kommen, wenn die Dehnungsfläche eine Rotationsfläche ist, denn in diesem Falle werden die Lage und die Grösse der inneren Kräfte in Bezug auf die Dehnungsfläche immer dieselben bleiben, mag das System der äusseren Kräfte um die Symmetrieaxe gedreht werden, wie man wolle. Da aber die Dehnungsfläche eine Rotationsfläche sein muss, so ist die Symmetrieaxe eine Axe der Isotropie für die elastischen Erscheinungen. Das gilt für jede angenommene n -zählige Axe.

Wir können jetzt noch einmal auf die dreizählige Axe zurückkommen. Da für die elastischen Erscheinungen die dreizählige Symmetrieaxe mit dem Symmetriecentrum verbunden sein muss, so werden die Vektoren in der Aequatorialebene, also senkrecht zur Symmetrieaxe sich so verhalten, als ob für dieselben die Symmetrieaxe sechszählig wäre. Wir haben aber soeben gesehen, dass eine solche Symmetrieaxe einer Rotationsdehnungsfläche entspricht, daher ist der Aequatorialschnitt der allgemeinen Dehnungsfläche für eine dreizählige Axe ein Kreis; wir haben ihn in den Figg. 7 und 8 mit ccc bezeichnet. Aber noch mehr können wir daraus erfahren. Sind vier dreizählige Axen nach den Richtungen der vier Diagonalen eines Würfels gegeben, so wird die Dehnungsfläche vier Kreisschnitte besitzen, und zwar senkrecht zu den dreizähligen Axen. Wir haben schematisch eine solche, aus den Voigt'schen Arbeiten längstbekannte Anordnung in der Fig. 40 dargestellt¹⁾.

Fig. 40.



¹⁾ Man sehe die theoretische Entwicklung und praktische Ausführung von S. Finsterwalder, Sitz.-Ber. d. k. b. Akad. d. Wiss. München 1888, 257.

Die elastischen Erscheinungen vermögen nicht nur den untrüglichen Beweis zu liefern, ob ein Zustand amorph oder homogen ist, sondern auch neun Abtheilungen des homogenen Zustandes zu bestimmen, die wir in der folgenden Tabelle zusammengestellt haben.

Nur ein Punkt der Krystalsymmetrien bleibt trotz der elastischen Erscheinungen im Dunkeln; es ist dies die Axe der elastischen Isotropie. Keine Gründe liegen vor, um im voraus nachzuweisen, eine wievieltzählige Symmetrieaxe die elastische isotrope Richtung haben muss. Von den 32 Krystalsymmetrien haben fünf die sechszählige Axe, nämlich die hexagonal-pyramidale Symmetrie, hexagonal-bipyramidale S., dihexagonal-pyramidale S., hexagonal-trapezoidale S. und dihexagonal-bipyramidale S., und zwei die dreizählige Axe, welche mit dem Centrum sechszählig wird, nämlich die trigonal-bipyramidale Symmetrie und die ditrigonal-bipyramidale S., welche einer Rotationsdehnungsfläche entsprechen.

Die elastischen Erscheinungen erlauben folgende Dehnungsflächen bei den homogenen Zuständen:

1. ohne Symmetrieaxe,
2. mit einer zweizähligen Symmetrieaxe,
3. mit drei zweizähligen Symmetrieaxen,
4. mit einer vierzähligen Symmetrieaxe,
5. mit einer vierzähligen und noch dazu vier zweizähligen S.-Axen,
6. mit einer dreizähligen Symmetrieaxe,
7. mit einer dreizähligen und noch dazu drei zweizähligen S.-Axen,
8. mit einer Axe der Isotropie,
9. mit vier dreizähligen Axen.

Andere physikalische Erscheinungen. Mit den pyro- und piëzoelektrischen Erscheinungen ist es möglich, sechszehn verschiedene Abtheilungen festzustellen, welche kein Symmetriecentrum besitzen.

Die Theorie beweist¹⁾, dass die piëzoelektrischen Erscheinungen für eine sechszählige Krystalsymmetrieaxe sich verhalten, wie für eine vierzählige Axe. Wäre irgend welche andere n -zählige Axe möglich, so könnten die piëzoelektrischen Erscheinungen ebenfalls möglich sein; eine fünfzählige Axe z. B. würde sich so verhalten, wie eine dreizählige.

Wir können also nicht durch diese physikalischen Erscheinungen unzweideutig im voraus sagen, welche Zähligkeit die Axe der elastischen Isotropie haben muss.

Es sei noch erwähnt, dass die Wachsthumsercheinungen, wenn sie auch die einzigen sind, welche im Stande sein können, irgend welche Krystalsymmetrie festzustellen, doch nicht dazu ausreichen, im voraus die Anzahl der möglichen Krystalsymmetrien zu bestimmen.

1) W. Voigt, Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1890, 63, 2. August.

Die Cohäsionserscheinungen sind nicht so weit erforscht, dass sie für eine theoretische Begründung der Krystalsymmetrie Verwerthung finden könnten. Diese Erscheinungen sagen jedoch etwas Bestimmtes, nämlich dass die Erfahrung keine Axe der Isotropie bei den Krystallen nachgewiesen hat.

Schluss. Ziehen wir in Rechnung, was die physikalischen Erscheinungen überhaupt beweisen können:

1. Die Homogenität des Zustandes geht aus den elastischen Erscheinungen, dem Wachsthum, der Cohäsion etc. unzweideutig hervor.

2. Für die Voraussagung der möglichen Symmetrien eignen sich die elastischen und die piëzo- resp. pyroelektrischen Erscheinungen allein.

3. Die neunte, durch die elastischen Erscheinungen abgetrennte, durch eine Axe der Isotropie charakterisirte Abtheilung kann nicht im voraus mit Hülfe der anderen physikalischen Erscheinungen erkannt und festgesetzt werden, ob diese Axe der Isotropie überhaupt bei den Krystallen möglich ist, und was für eine Krystalsymmetrieaxe sie darstellt.

Die Axe der elastischen Isotropie und die sechszählige Symmetrieaxe.

Die Frage, welche hier aufgeworfen werden muss, ist die, ob überhaupt eine Axe der elastischen Isotropie bei den homogenen Substanzen möglich sein kann, und im bejahenden Falle, welcher Symmetrieaxe sie entspreche. Die Frage wird insofern beschränkt, als die Erfahrung nur sechszählige Axen (ausser den zwei-, drei- und vierzähligen, oben erwähnten Symmetrieaxen) bei den Krystallen zu Tage gebracht hat.

Wir haben also zu untersuchen, ob die Axe der elastischen Isotropie den sieben a. vor. S. erwähnten Symmetrien entsprechen kann.

Aus der Structurtheorie eines homogenen Zustandes geht hervor, dass, wenn eine sechszählige Symmetrieaxe gegeben ist, die Richtungen, welche absolut gleich sein können, entweder sechs oder zwölf sind, welche den gleichen Winkel mit der sechszähligen Symmetrieaxe einschliessen. Nur nach diesen sechs resp. zwölf Richtungen ist die Densität, d. h. die Entfernung der Moleküle gleich anzunehmen; alle anderen Richtungen haben eine andere Densität, sowie sie auch andere Cohäsionsverhältnisse haben müssen. Wenn also nach irgend welcher der sechs resp. zwölf Richtungen der Körper eine Ausdehnung durch eine Zugkraft erfährt, so wird die Ausdehnung nach den sechs resp. zwölf beobachteten Richtungen dieselbe sein; nach allen anderen Richtungen sollte die elastische Ausdehnung eine andere sein. Die Structurtheorie lässt daher Zweifel aufkommen, ob eine Rotationsdehnungsfläche sich mit einem homogenen Zustande vertrage. Darauf

hat schon W. Voigt¹⁾ aufmerksam gemacht, indem er schrieb: »Die Theorie ergibt, wie ich schon früher gezeigt habe, das Resultat, dass bei holoëdrischen hexagonalen Krystallen Richtungen, die durch Drehung um die Hauptaxe zur Deckung gebracht werden können, elastisch gleichwerthig sind. Dieses mit dem mineralogischen Verhalten des Systems in so eigenthümlichen Widerspruche stehende Resultat konnte am Beryll geprüft werden.«

Und in der That scheinen die Messungen am Beryll bewiesen zu haben, dass die Dehnungsfläche an diesem Mineral eine Rotationsfläche sei. Ich glaube aber nicht, dass der Beweis absolut erbracht worden sei; die Bestimmung der Dehnungsfläche am Beryll ist mit Hülfe von vier Prismen ausgeführt, wovon zwei zur sechszähligen Axe senkrecht waren, das eine parallel einer Nebensymmetriecaxe, das andere parallel der zwischen zwei Nebensymmetriecaxen liegenden Mittellinie. Das Resultat des Ausdehnungscoëfficienten ist für die zwei Richtungen gleich ausgefallen, abgesehen von einer kleinen Differenz. Die Versuche sind auch für Prismen wiederholt, welche mit der sechszähligen Axe 45^0 einschliessen. Auch hier ist eine kleine Differenz für beide Stellungen vorgekommen. Die Sicherheit beträgt $0,5\frac{0}{0}$.

Es fragt sich: ist diese letztere Differenz als ein Beobachtungsfehler aufzufassen, oder als ein wirklicher Unterschied der Ausdehnung? Natürlich kann die Frage auf folgende Weise gelöst werden: man lässt mehrere den gleichen Winkel mit der Hauptaxe einschliessende Prismen schneiden, die einen derselben liegen in einer um den Winkel von je 60^0 entfernten Stellung, die anderen in den dazwischen befindlichen Lagen; man bestimme den Beobachtungsfehler des Dehnungscoëfficienten aus den ersteren, und man vergleiche den dadurch erhaltenen Fehler mit der oben erwähnten Differenz²⁾.

Bevor diese schwierige Untersuchung ausgeführt worden ist, kann man mit Recht bezweifeln, ob die Dehnungsfläche des Berylls wirklich eine Rotationsfläche ist; um so mehr als Wiik³⁾ aus den Aetzfiguren zu schliessen glaubt, dass der Beryll kein Individuum ist, sondern als eine Verzwillingung von triklinen Individuen aufzufassen sei.

Wir dürfen uns nicht vorstellen, dass die sechszählige Axe bei den Krystallen dermassen untersucht worden sei, dass sie mit absoluter Sicherheit nachgewiesen wäre. Die sechszählige Axe als Symmetrieelement tritt bei etwa 40 Species auf; aber wir dürfen uns nur bei wenigen darauf ver-

4) W. Voigt, Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Beryll und Bergkrystall. Wiedem. Ann. d. Phys. 1887, **31**, 486. Ref. diese Zeitschr. **12**, 482.

2) Es mag hier besonders hervorgehoben werden, dass die elastische isotrope Axe aus zwei Verhältnissen hervorgeht: 1) aus der vorhandenen Gleichförmigkeit der Substanz, d. h. dem Ellipsoidgesetze; 2) aus der festgestellten Symmetrie, die nicht zwei-, drei- und vierzählig sein soll.

3) F. J. Wiik, Finsk. Vet. Soc. Förh. 1883, 27.

lassen. Ueber Beryll ist oben gesagt, dass er eine Verzwillingung sein kann. Ziemlich gut bekannt scheint die sechszählige Symmetrie von Zinkit, Wurtzit, Jodsilber, Apatit, Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit und Nephelin; hierher müssen wir auch einige chemische Substanzen zählen, die wir unten sehen werden. Zinkit ist aber von Groth (Tabell. Min. 1898, 45) in die ditrigonal-pyramidale Klasse versetzt, und gleich verhält es sich mit Greenockit.

Die in die Apatitgruppe gehörenden Mineralien wie Apatit, Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit etc. sollen in der hexagonal-pyramidalen Symmetrie krystallisiren (Groth, 87, 88). Leider sind von dieser Gruppe nur die Aetzfiguren beim Apatit bekannt, welche von Baumhauer¹⁾ studirt worden sind. Nach Baumhauer treten erstens Differenzen in den Hauptflächenwinkeln hervor, zweitens ändern sich die Aetzfiguren mit dem Lösungsmittel. Ob beim Apatit eine Verzwillingung zu erwarten ist, lässt sich natürlich bis jetzt nicht entscheiden²⁾.

Aus den Versuchen von Baumhauer³⁾ ist zu entnehmen, dass zwar auf der Basis vom Nephelin sechsseitige Aetzfiguren wahrgenommen werden, aber auch, dass der Nephelinkrystall einen sehr complicirten Zwillingbau zeigt, in Folge dessen eine richtige Symmetrie nicht festzustellen ist.

Von den neuesten Versuchen sind diejenigen von C. Hlawatsch⁴⁾ besonders zu erwähnen, nach welchen das metallische Magnesium in der dihexagonal-bipyramidalen Klasse krystallisiren sollte wie der Beryll. Hier scheinen mir aber einige Widersprüche zu herrschen; denn wenn wirklich die horizontale Symmetrieebene vorhanden sein sollte, wie Hlawatsch angiebt, so sollten die Aetzfiguren auf den Pyramidenflächen ebenso disymmetrisch sein, wie auf den Prismenflächen. Unregelmässige Aetzfiguren auf der Basis sind von Baumhauer beobachtet worden, wie Hlawatsch angiebt.

Eine Reihe von chemischen Präparaten sind von H. Traube untersucht. Nach diesem Naturforscher sollte Kaliumlithiumsulfat ($KLiSO_4$)⁵⁾ nach der hexagonal-pyramidalen Symmetrie, das Natriumlithiumsulfat

1) N. Baumhauer, Sitz.-Ber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1890, 447. Ref. diese Zeitschr. **21**, 409.

2) H. Vater, diese Zeitschr. **11**, 549 und 583, schreibt am Ende seiner interessanten Arbeit über Elasticität der Krystalle: »dass der undeutlich spaltbare Apatit und der ausser in der Richtung der gebogenen Hauptsymmetrieebene nicht spaltbare Beryll durch die Biegungen in ihrem Molekulargefüge gelockert wurden. Vielleicht steht dies damit im Zusammenhange, dass nach Mallard die letzteren beiden Mineralien aus Subindividuen von niederer Symmetrie aufgebaut sind, und nur durch Pseudosymmetrie hexagonal erscheinen.«

3) N. Baumhauer, diese Zeitschr. **6**, 209 und **18**, 644.

4) C. Hlawatsch, ebenda **32**, 497.

5) H. Traube, N. Jahrb. f. Min. etc. 1892, **2**, 58 ff. Diese Zeitschr. **24**, 468.

(NaLiSO_4) aber nach der rhomboëdrischen Hemimorphie (trigonal-pyramidale Symmetrie) krystallisiren. Später¹⁾ aber weist doch die constatirte Circularpolarisation nach, dass hier eine trapezoidale Symmetrie, gerade wie beim Quarz, mit einer dreizähligen Axe vorhanden sein muss.

Von rechtsweinsurem Antimonoxystrontium und rechtsweinsurem Antimonoxydblei sagt Traube²⁾, dass sie in der hexagonal-pyramidalen Symmetrie krystallisiren. Aber da auf der Basis keine Aetzfiguren erhalten worden sind, so ist es eine offene Frage, ob hier wirklich eine sechszählige oder eine dreizählige Symmetrieaxe vorliegt.

Traube³⁾ hat ferner über verschiedene Doppelsalze wichtige Untersuchungen ausgeführt. Nach ihm sollten beide Salze, weinsaures Antimonoxydblei + salpetersaures Kali und weinsaures Antimonoxydbaryum + salpetersaures Kali, in der hexagonal-trapezoidalen Symmetrie krystallisiren. Aus den optischen Versuchen, die durch photographische Aufnahme wiedergegeben sind, lässt sich aber beurtheilen, dass die hier in Betracht kommenden Krystalle aus Zwillingen bestehen.

Die angeführten Erfahrungen sind für eine mögliche sechszählige Symmetrieaxe insofern wichtig, als sie das Bedürfniss erregen, weitere Untersuchungen auszuführen, bis die sechszählige Axe endgültig festgestellt sei. Die Frage ist kein Wortspiel: liegt wirklich eine sechszählige Axe vor, so verfällt man in die Axe der elastischen Isotropie, die in Widerspruch steht mit allen mineralogischen Verhältnissen; ist sie dagegen eine Zwillingeaxe, so kann der Krystall als nicht vollkommen homogen betrachtet werden, und eine sechszählige elastische Axe wäre somit denkbar.

Ferner müssen auch die trigonal-bipyramidale Symmetrie und die ditrigonal-bipyramidale Symmetrie einer Axe der elastischen Isotropie entsprechen, da die hier auftretende dreizählige Axe durch das hinzukommende Centrum sechszählig wird. Und es ist doch sonderbar, dass gerade diese beiden Krystalsymmetrien in der Natur fehlen, d. h. überhaupt noch nicht beobachtet worden sind.

Bietet die Axe der elastischen Isotropie eine grosse Schwierigkeit für ihre Annahme in der Krystallographie, so bietet eine dreizählige elastische Symmetrieaxe nicht dieselbe Schwierigkeit, obwohl eine dreizählige Axe sich in der Aequatorialebene genau so verhält wie eine isotrope Axe. Diese Verhältnisse treten sowohl in den fünf Symmetrien des rhomboëdrischen Systems als in den fünf Symmetrien des kubischen Systems auf. Sind alle in der Aequatorialebene liegenden Vektoren elastisch gleich, so sind sie aber verschieden von einander, wenn man um eine sehr kleine Grösse aus der Aequatorialebene herausgeht.

1) H. Traube, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1894, **1**, 474. Diese Zeitschr. **24**, 468.

2) Derselbe, ebenda, Beil.-Bd. **8**, 270—273. Diese Zeitschr. **24**, 478.

3) Derselbe, ebenda 1894, **1**, 245. Diese Zeitschr. **26**, 646.

Die möglichen Krystalsymmetrien. Zusammenfassung.

Bekanntlich sind im Ganzen 32 mögliche Krystalsymmetrien bis jetzt angenommen. Man ging um sie abzugrenzen von dem Gesetze der rationalen Indices aus; denn wollte man alle denkbaren Symmetrieaxen und Inversionsaxen annehmen, so würde man unendlich viele Symmetrien erhalten; man sagte aber, dass bei den Krystallen nur 32 möglich seien, weil alle anderen dem Haüy'schen Gesetze nicht genügen. Diese Ansicht vertreten mit mehr oder weniger Aenderungen Hessel, Bravais, Gadolín, Curie, Minnigerode, Liebisch, Becke, Groth, V. v. Lang, Viola. Die auf diese Art durchgeführte Begründung der 32 Krystalsymmetrien konnte offenbar den Vortheil haben, dass die durch die Erfahrung nachgewiesenen 32 Krystalsymmetrien das Haüy'sche Gesetz feststellten. Beide Gesetze, das Haüy'sche einerseits und das der 32 Symmetrien andererseits, wurden dadurch von einander abhängig gemacht; das eine war die Folge des anderen: das Gesetz der 32 Symmetrien galt somit als directes Erfahrungsergebniss. Was gegen diese Schlüsse einzuwenden ist, haben wir oben hervorgehoben.

Hier wäre vielleicht der Ort, eine geometrische Symmetrie anzuführen, die aus dem Haüy'schen Gesetze herrührt und doch bei den Krystallen unmöglich scheint. Eine solche Symmetrie wurde zuerst von Gadolin untersucht, später aber von verschiedenen Krystallographen einer heftigen Discussion unterzogen und neulich von Barlow¹⁾ erwähnt. Die Discussion wurde von allen Seiten so weit geführt, dass der richtige Gesichtspunkt der Frage fast verloren ging. Diese geometrische Symmetrie bezieht sich auf eine dreizählige irrationale Axe; sie entsteht bekanntlich dadurch, dass man als Axen drei Richtungen wählt, welche mit einander den gleichen Winkel einschliessen, und die Einheitsfläche so bestimmt, dass ein irrationales Axenverhältniss von der allgemeinen Form

$$a : b : c : 1 : \sqrt[3]{n} : \sqrt[3]{n^2} \quad (n \text{ ganze Zahl})$$

entsteht. Durch diese Annahme kann allerdings ein rationales Polyeder construirt werden, das mit Bezug auf eine Gerade dreizählig symmetrisch ist, wobei sowohl diese Gerade als die darauf senkrechte Ebene irrational sind. Allein man kann nicht behaupten, dass eine solche Gerade eine dreizählige Symmetrieaxe sei, denn die drei zu den Axen gewählten Richtungen können, da das Axenverhältniss irrational ist, weder geometrisch noch physikalisch einander gleichwerthig betrachtet werden.

Also wäre die von Barlow erwähnte Symmetrie kein Hinderniss für

1) W. Barlow, op. cit. 34, 3.

den oben angegebenen Schluss, dass aus den 32 Symmetrien, wenn sie wirklich beobachtet worden wären, das Haüy'sche Gesetz hervorgehe, wie Barlow anzunehmen scheint.

Die Schwierigkeit der Frage liegt also nicht hier, sondern in dem nothwendigen Zusammenhange der zwei Gesetze, desjenigen der einfachen rationalen Zahlen und desjenigen der 32 Symmetrien.

Die aus dem Haüy'schen Gesetze sich ergebenden 32 Symmetrien sind keine anderen, als die möglichen geometrischen Combinationen von zulässigen Symmetrieelementen. Der Zusammenhang zwischen den äusseren, durch die Rationalität der Indices bestimmten möglichen Formen und den physikalisch möglichen Symmetrien kann nicht klar hervortreten, und daher fehlt der richtige Grund, um das Haüy'sche Gesetz aufrechtzuerhalten.

Der Zusammenhang zwischen den möglichen physikalischen Symmetrien und der homogenen Structur wäre allerdings gegeben, falls die Structurtheorie direct in den physikalischen Erscheinungen wurzeln würde. Die von Sohncke entwickelten und später von ihm, Fedorow, Schoenflies, Barlow, Wulff etc. vervollständigten Krystallstructuren entsprechen allen möglichen Annahmen, welche der von C. Jordan aufgestellten mathematischen Bedingung des homogenen Raumes genügen können. Ob aber die auf jede mögliche Art aus unsymmetrischen Theilchen hervorgehenden Structuren physikalisch möglich seien, ist eine berechtigte Frage. Und dasselbe müssen wir von allen 32 Symmetrien behaupten, die aus den Krystallstructuren hervorgehen. So lange also die Structurtheorie eine blosse mathematische Anschauung bleibt, so lange kann man nicht behaupten, dass sie zur Begründung der Krystallsymmetrien dienen kann, so wie sie auch nicht umgekehrt durch die aus der Erfahrung sich ergebenden Krystallsymmetrien begründet werden kann.

Will man feste Gesetze der Krystalle aufstellen, so bleibt kein Weg übrig, als sich an die physikalischen Erscheinungen zu wenden; hier findet man Gesetze, welche angeben, auf welche verschiedene Weise die physikalischen Erscheinungen auftreten können. Leider aber sind alle physikalischen Erscheinungen nicht genau erforscht, so dass die Entwicklung aller möglichen Krystallsymmetrien lückenhaft sein muss; unter die nicht genau bekannten physikalischen Erscheinungen müssen wir das Wachsthum und die Cohäsion zählen, gerade diejenigen Erscheinungen, welche den besten Aufschluss über die Symmetrie geben können.

Wollen wir vorerst von der elastischen isotropen Axe absehen, so haben wir acht mögliche homogene Zustände, welche sich bei den elastischen Erscheinungen kundgeben müssen. Zu diesen acht treten 44 Abtheilungen, die aus den pyro- und piezoelektrischen Erscheinungen hervorgehen; es sind also im Ganzen 22 mögliche verschiedene homogene Zustände, die

aus den bekannten physikalischen Erscheinungen nothwendigerweise entspringen.

Ueber die weiteren Symmetricabtheilungen müssen wir Hypothesen aufstellen. Zuerst sagt die Theorie, dass bei den elastischen Erscheinungen eine isotrope Axe angenommen werden kann.

Wie sich eine solche Axe mit dem Principe der Homogenität vereinigt, ist nicht sehr erklärlich. Die Erfahrung aber lehrt, dass ausser der zwei-, drei- und vierzähligen Symmetrieaxe noch eine sechszählige, aber sonst keine andere Symmetrieaxe möglich ist. Entweder ist somit die Axe der Isotropie bei den elastischen Erscheinungen für die homogenen Zustände unmöglich, oder sie entspricht der sechszähligen Axe der Krystalle resp. der dreizähligen, welche durch das Symmetriecentrum sechszählig werden muss; keine andere Annahme ist zulässig.

Ist dieser Punkt festgestellt, so erhalten wir aus den physikalischen Erscheinungen noch sechs nothwendige Symmetrien: es sind zuerst zwei Symmetrien mit einer dreizähligen Axe, welche die noch übrig bleibenden möglichen Fälle der piëzoëlektrischen darstellen, ferner eine Symmetrie mit einer sechszähligen Axe und Centrum, und endlich drei sechszählige Symmetrien, die sich in Bezug auf die piëzoëlektrischen Erscheinungen genau so verhalten, wie die entsprechenden Symmetrien mit einer vierzähligen Axe.

Wenn man daher die sechszählige Axe für möglich hält, entstehen 28 verschiedene homogene Zustände, die physikalisch möglich sein müssen und die nothwendige Folge der physikalischen Erscheinungen sind. Um zu den 32 Symmetrien zu kommen, bleiben noch vier der bekannten Symmetrien übrig, die durch die bekannten physikalischen Gesetze nicht bestimmt werden können. Wenn sie vorkommen sollen, werden die Wachstumserscheinungen und die Cohäsion das Mittel liefern, sie zu erkennen und mit den geometrischen Verhältnissen in Zusammenhang zu bringen, aber es stehen vor der Hand keine physikalischen Gründe zu Gebote, um sie im voraus bestimmen zu können.

Wir sind aber auch im Stande, die Aufgabe genau zu begrenzen, nämlich, dass alle 32 Krystalsymmetrien erst dann eine nothwendige Folge der physikalischen Erscheinungen sein werden, wenn die Cohäsionsgesetze näher erforscht sein werden. Vor allem muss man die Frage lösen, ob überhaupt die sechszählige Axe möglich sei, also nicht als Zwillingsaxe, sondern als Symmetrieaxe. Die am besten zu empfehlenden Erscheinungen, die für diese Untersuchung anzuwenden sind, sind jedenfalls die elastischen Erscheinungen; es muss also durch empfindliche Versuche dargethan werden, ob die Axe der elastischen Isotropie möglich sei oder nicht.

Das Anzweifeln des Gesetzes der rationalen einfachen Indices, weil es durch die Erfahrung nicht bewiesen werden kann, könnte als ein Wort-

spiel gedeutet werden, denn keine Naturgesetze werden von den Naturerscheinungen streng befolgt.

Wir können nämlich dasselbe auch von den Krystalsymmetrien behaupten, da niemals die Vektoren so zu physikalisch gleichwerthigen Gruppen vereinigt werden, dass sie untereinander in geometrischen Verhältnissen mit absoluter Strenge stehen. Wenn aber absolute Symmetrieebenen oder absolute Symmetriexen etc. bei den Krystallen nicht vorkommen und nicht nachgewiesen werden, so stehen doch die physikalischen Constanten bis auf recht kleine Fehler in gewissen Verhältnissen zu einander, die wir durch die Symmetrieelemente auf die einfachste Art ausdrücken resp. beschreiben können. Mit dem Gesetze der rationalen Indices geht es aber anders: hier handelt es sich nicht darum, dass Indices bestehen, die bis auf recht kleine Differenzen rational sein können, sondern um die absolute Rationalität, da eine rationale Zahl von einer irrationalen Zahl eben nur um eine so kleine Grösse verschieden sein kann, dass letztere unterhalb irgend welcher angebbaren Grenze steht.

Die physikalischen Gesetze der Krystalle, unter die wir auch die der Symmetrie stellen, können also bis auf sehr kleine Grössen richtig sein; das Gesetz der Rationalität der Indices als solches oder das Haüy'sche Gesetz aber kann unbedingt nicht in den Naturerscheinungen erkannt werden.

Es ist eine unangenehme Aufgabe solche Fragen zu behandeln, die lange Zeit für gelöst gegolten haben. Da es aber nur die Erfahrung ist, der wir das letzte Wort entnehmen dürfen, so wird es begreiflich gefunden werden, dass ich gewagt habe, die 32 Krystalsymmetrien in Frage zu stellen und dem Haüy'schen Gesetze eine von der bisherigen Meinung verschiedene und sehr enge Bedeutung zuzuschreiben.

XXII. Ueber topische Axenverhältnisse.

Von

E. H. Kraus und G. Mez in München.

(Mit 2 Textfiguren.)

Vor einigen Jahren publicirte Muthmann eine Abhandlung »Beiträge zur Volumtheorie der krystallisirten Körper«¹⁾, in welcher er zeigte, dass durch Combination der krystallographischen Axen mit dem Molekularvolum, d. h. dem Quotienten des specifischen Gewichtes in das Molekulargewicht, wichtige Aufschlüsse über den Aufbau der Krystalle erhalten werden können. Muthmann setzt das Volum des Elementarparallelepipeds einer Substanz gleich ihrem Molekularvolum und berechnet aus diesem Werthe die Länge der Kanten des Elementarparallelepipeds, indem er diese proportional den krystallographischen Axen annimmt. Die hierbei erhaltenen Werthe nennt er die topischen Axen. Sie repräsentiren nach dieser Theorie die Entfernung zwischen den Centren zweier benachbarter Krystallelemente oder -bausteine und ermöglichen die Vergleichung der Elementarparallelepipeda zweier isomorpher Substanzen, da man wohl annehmen darf, dass diese Bausteine bei isomorphen Körpern aus der gleichen Anzahl chemischer Moleküle aufgebaut sind. Die Einheit, auf welche sich die Maasse dieser topischen Axen beziehen, ist die Länge einer Kante desjenigen kubischen Elementarparallelepipeds, welchem eine Substanz mit dem Molekularvolum 4 angehört, deren Molekulargewicht (bezogen auf Sauerstoff = 16) also gleich ist ihrer Dichte (bezogen auf Wasser = 1), d. h. Molekularvolum = $\frac{\text{Molekulargewicht}}{\text{Dichte}} = 4$.

Muthmann giebt interessante Beispiele für die Beziehungen, welche zwischen den topischen Axen unter einander isomorpher Körper bestehen, z. B. der Monophosphate, -arsenate und der Permanganate der Alkalimetalle. Sie zeigen die Gesetzmässigkeiten, nach denen die Axen einer Substanz

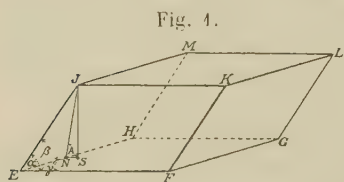
1) Diese Zeitschr. 1894, **22**, 497.

verändert werden, wenn entweder das Metall oder das Metalloid durch ein isomorphes Element ersetzt wird. Diese Vergleichung ist natürlich unausführbar, wenn nur die krystallographischen Axen gegeben sind, bei denen willkürlich b immer gleich 1 gesetzt wird.

Zur Berechnung der topischen Axen giebt Muthmann die Ableitung der Formeln für das tetragonale und rhombische Krystallsystem. Tutton¹⁾ hat sie in seiner Arbeit über die normalen Sulfate der Alkalimetalle für das monokline System ergänzt, um sie für seine Untersuchungen monosymmetrischer Substanzen anwenden zu können.

Indessen fehlen bis jetzt noch die Formeln für das triklone, hexagonale und trigonale Krystallsystem. Die Formeln für das triklone Krystallsystem stellen den allgemeinsten Fall dar und erlauben, diejenigen für alle anderen Systeme zwanglos aus ihnen abzuleiten. Die vorliegende Notiz bezweckt, diese Lücke auszufüllen und gleichzeitig einige Anwendungen auf in der Natur vorkommende isomorphe Reihen zu machen.

Triklones Krystallsystem.



Nimmt man den allgemeinsten Fall, d. h. das Elementarparallelepiped des triklonen Krystallsystems (Fig. 4), in welchem die Kanten ungleiche Längen haben und sich unter ungleichen Winkeln schneiden, so berechnet sich dessen Volum aus der Fläche der Basis $EFHG$ mal der Länge der von J auf die Basis gefällten Normalen JS .

$$\text{Also} \quad V = EH \cdot EF \sin \gamma \cdot JS. \quad (1)$$

Nun ist $JS = JN \sin A$,
worin JN die Normale von J auf EH ist.

$$\begin{aligned} \text{Da aber} \quad & JN = EJ \sin \beta, \\ \text{so ist} \quad & JS = EJ \sin \beta \sin A. \end{aligned}$$

Substituirt man diesen Werth in die Gleichung (1), so hat man

$$V = EH \cdot EF \cdot EJ \sin \beta \sin \gamma \sin A.$$

Setzt man die topischen Axen gleich den Kanten EH , EF und EJ des Elementarparallelepipedes und bezeichnet sie mit χ , ψ und ω , so hat man

$$V = \chi \cdot \psi \cdot \omega \sin \beta \sin \gamma \sin A. \quad (2)$$

Nun ist nach der Voraussetzung (s. oben)

$$\chi : \psi : \omega = a : 1 : c \text{ (den krystallographischen Axen),}$$

daraus folgt:

¹⁾ Diese Zeitschr. 1895, **24**, 4—77.

$$\frac{\chi}{\psi} = a,$$

$$\frac{\omega}{\psi} = c.$$

Führt man diese Werthe in Gleichung (2) ein, nachdem man durch ψ^3 dividirt hat, so ergibt sich:

$$\frac{V}{\psi^3} = ac \sin \beta \sin \gamma \sin A$$

und daraus:

$$\left. \begin{aligned} \psi &= \sqrt[3]{\frac{V}{ac \sin \beta \sin \gamma \sin A}} \\ \chi &= a\psi = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c \sin \beta \sin \gamma \sin A}} \\ \omega &= c\psi = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a \sin \beta \sin \gamma \sin A}} \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

Hierin ist, wie eingangs erwähnt, V gleich dem Molekularvolum, d. h. dem Quotienten des specifischen Gewichtes in das Molekulargewicht:

$V = \frac{M}{d}$. Der Winkel A , dessen Bedeutung aus Vorhergehendem klar ist, wird, wenn er nicht mit den krystallographischen Constanten angegeben ist, nach der folgenden Formel leicht berechnet:

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin(s - \beta) \sin(s - \gamma)}{\sin \beta \sin \gamma}},$$

worin

$$s = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{2}.$$

α, β, γ sind die Winkel zwischen den krystallographischen Axen a, b und c .

Dies ist der allgemeinste Fall, welcher keinerlei Symmetrie voraussetzt, also der Fall des triklinen Krystallsystems.

Monoklines Krystallsystem.

Wird nun die Symmetrie monoklin, so müssen die Winkel A, α und $\gamma = 90^\circ$ werden, ihr Sinus also gleich 1. Die Gleichungen (3) werden daher für dieses System:

$$\left. \begin{aligned} \chi &= a\psi = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c \sin \beta}} \\ \psi &= \sqrt[3]{\frac{V}{ac \sin \beta}} \\ \omega &= c\psi = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a \sin \beta}} \end{aligned} \right\}. \quad (4)$$

Diese Formeln (4) sind identisch mit den von Tutton gegebenen.

Rhombisches Krystallsystem.

Für das rhombische Krystallsystem resultiren, da $\beta = 90^\circ$ wird, die folgenden Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \chi &= a\psi = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c}} \\ \psi &= \sqrt[3]{\frac{V}{ac}} \\ \omega &= c\psi = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a}} \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Tetragonales Krystallsystem.

Im tetragonalen Krystallsysteme wird a gleich b gleich 1, und wir haben:

$$\left. \begin{aligned} \chi &= \psi = \sqrt[3]{\frac{V}{c}} \\ \omega &= c\psi = \sqrt[3]{c^2 V} \end{aligned} \right\}. \quad (6)$$

Diese Formeln (5) und (6) sind die von Muthmann gegebenen.

Kubisches Krystallsystem.

Für das kubische System wird, da $a = b = c = 1$:

$$\chi = \psi = \omega = \sqrt[3]{V}. \quad (7)$$

Es erübrigt noch, die Formeln für das trigonale und hexagonale System abzuleiten.

Trigonales Krystallsystem.

Für ein Rhomboëder vereinfacht sich die allgemeine Formel zu

$$\chi = \psi = \omega = \sqrt[3]{\frac{V}{\sin^2 \alpha \sin A}}, \quad (8)$$

da $a = b = c$ und $\alpha = \beta = \gamma$.

Der Winkel A bedeutet hier den Polkantenwinkel des Rhomboëders und zwar den inneren, nicht das gemessene Supplement davon. Ist er aus den krystallographischen Elementen zu berechnen, so geschieht dies nach der Formel:

$$\sin \frac{A}{2} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \alpha}.$$

Hexagonales Krystallsystem.

Um die Formel für das hexagonale Krystallsystem abzuleiten, bedienen wir uns der nebenstehenden Zeichnung eines hexagonalen Raumgitters (Fig. 2). Wir bezeichnen die Längsaxe desselben mit ω und die drei Nebenaxen mit χ , also ab , bc und bl mit $\frac{\chi}{2}$.

Dieses Raumgitter zerfällt in drei gleiche Parallelepipida monoklinen Charakters, in denen der Winkel β gleich 60° ist. Das Volum eines desselben, z. B. $abcdefgh$, berechnet sich, da wir die Seiten des Rhombus $abcd$ gleich $\frac{\chi}{2}$ zu setzen haben, zu

$$V' = \frac{\chi^2 \omega \sin 60^\circ}{4},$$

also das Volum des ganzen Raumgitters zu:

$$V = 3 V' = \frac{3 \chi^2 \omega \sin 60^\circ}{4}.$$

Setzen wir, wie oben, $\omega = c \chi$, so ist:

$$V = \frac{3}{4} \chi^3 c \sin 60^\circ,$$

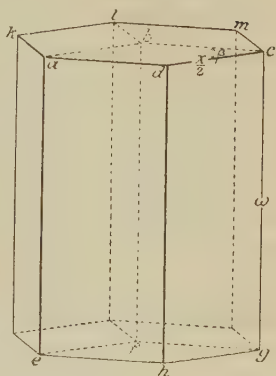
daraus folgt:

$$\begin{aligned} \chi &= \sqrt[3]{\frac{4 V}{3 c \sin 60^\circ}} = \frac{\sqrt[3]{V}}{\frac{c}{\sin 60^\circ}} \\ \omega = c \chi &= \sqrt[3]{\frac{4 c^2 V}{3 \sin 60^\circ}} = \frac{\sqrt[3]{V c^2}}{\sin 60^\circ}. \end{aligned} \quad (9)$$

Eine möglichst umfassende Anwendung dieser Volumtheorie, wozu die obigen Formeln die nöthigen Mittel an die Hand geben, wäre auf dem ganzen Gebiete der Mineralogie und Krystallographie ausserordentlich wünschenswerth, da zweifellos sehr interessante Resultate davon zu erwarten wären. Besonders bei allen neuen Untersuchungen wäre diese kleine Arbeit rasch ausgeführt, da es sich ausser den krystallographischen Constanten ja nur um die Bestimmung des specifischen Gewichtes handelt, die mit der Mohr-Westphal'schen Waage und schweren Lösungen, oder mit dem Muthmann'schen Pyknometer, ohne grossen Zeitaufwand und mit genügender Genauigkeit ausführbar ist.

Leider ist bei dem bis jetzt vorliegenden Material die Bestimmung der Dichte meist nicht befriedigend, da sie bei vielen krystallisirten künstlichen Verbindungen gar nicht oder nur bis zur ersten Decimalstelle und mit grossen Schwankungen angegeben wird, oder bei den in der Natur vor-

Fig. 2.



kommenden Mineralien, wo genauere Bestimmungen vorhanden sind, dadurch von zweifelhaftem Werthe erscheint, dass sie sich nicht auf chemisch reines oder annähernd reines Material beziehen. Zuverlässige Werthe sind aber bei den in Rede stehenden Berechnungen nur zu erhalten, wenn die zweite Decimale der Dichtebestimmung noch einigermaßen sicher ist.

Daher müssen wir uns darauf beschränken, an einigen wenigen isomorphen Gruppen von Mineralien, bei denen die vorhandenen Werthe für das specifische Gewicht als genau und auf chemisch annähernd reine Individuen bezogen gelten dürfen, einige wichtigere Gesetzmässigkeiten zu zeigen, welche durch die topischen Axen erschlossen werden können ¹⁾. Denn ausser über die von Muthmann, Tutton und Fels ²⁾ beschriebenen künstlichen Krystalle liegen keine derartigen Untersuchungen über natürliche Mineralien vor.

Es wurden die drei Hauptvertreter der triklinen Feldspathreihe vom Albit bis Anorthit, ferner die isomorphe Reihe der Hydroxyde des Aluminiums, Mangans und Eisens berechnet, wofür wir auf die folgenden Tabellen verweisen. In diesen bedeutet *M* das Molekulargewicht, *d* das specifische Gewicht und *V* das Molekularvolum.

	Albit ³⁾ :		Andesin ⁴⁾ :		Anorthit ⁵⁾ :
<i>a</i> =	0,63347		0,63556		0,63473
<i>b</i> =	1,00000		1,00000		1,00000
<i>c</i> =	0,55771		0,55206		0,55007
α =	94° 3'		93° 22 $\frac{3}{4}$ '		93° 13 $\frac{1}{3}$ '
β =	116 28 $\frac{5}{6}$		116 28 $\frac{1}{2}$		115 55 $\frac{1}{2}$
γ =	88 8 $\frac{2}{3}$		89 58 $\frac{5}{6}$		91 41 $\frac{2}{3}$
<i>A</i> =	93 36		93 46		94 40
<i>M</i> =	526,700		542,15		557,60
<i>d</i> =	2,626		2,69		2,75
<i>V</i> =	200,570		201,54		202,76
χ =	5,4473	+ 386	5,4859	+ 54	5,4913
ψ =	8,5990	+ 326	8,6316	+ 201	8,6517
ω =	4,7959	- 308	4,7651	- 62	4,7589

1) Den umgekehrten Weg versucht Linck einzuschlagen (Zeitschr. f. phys. Chem. **19**, 493; diese Zeitschr. **26**, 280; Berichte d. d. chem. Gesellsch. **32**, 884), indem er von dem Krystallvolum auf die physikalischen Constanten der Substanz schliesst. Doch dürfte nach der Auseinandersetzung Muthmann's (Ber. d. d. chem. Ges. **33**, 4774) ein Eingehen hierauf nicht angezeigt erscheinen.

2) Diese Zeitschr. 1900, **32**, 403 etc.

3) Vom St. Gotthard: Des Cloizeaux und Marignac, Min. 1862, 348.

4) Vom Vesuv: vom Rath, Pogg. Ann. **144**, 226, 242, 243; **147**, 276; **152**, 39. *d* nach Hintze.

5) Vom Vesuv: Des Cloizeaux, Min. 1862, 294; Kokscharow, Mat. Min. Russl. **4**, 200.

Man sieht bei dieser Reihe, dass die Axen ψ und χ ziemlich regelmässig zunehmen und die ω -Axe abnimmt. Durch die Substitution von $NaSi$ durch $CaAl$ wird also die Entfernung zwischen den Bausteinen des Krystalles in zwei Richtungen vergrössert, in der dritten vermindert, also gewissermassen ein Zusammenpressen des Elementarparallelepipeds in der Richtung der c -Axe und ein Aufquellen in den beiden anderen Richtungen hervorgebracht, indem für das Gesamtvolum eine stetige Vergrösserung resultirt.

Solche Aufschlüsse über die Krystallstructur sind aus den krystallographischen Axen dieser Reihe, die, abgesehen von der c -Axe, keine Regelmässigkeiten aufweisen, nicht zu erzielen ¹⁾.

Betrachtet man als weiteres Beispiel die Hydroxyde Diaspor, Manganit und Goethit, die allgemein als eine isomorphe Reihe aufgefasst werden wegen ihrer analogen Constitution und übereinstimmenden Krystallform und Spaltbarkeit, so fällt eine hiermit ganz unvereinbar scheinende Differenz in den krystallographischen Axenverhältnissen sofort in die Augen, wie die folgende Tabelle zeigt.

	Diaspor ²⁾ :	Manganit ³⁾ :	Goethit ³⁾ :
$a =$	0,93722	0,8439	0,9463
$b =$	1,00000	1,0000	1,0000
$c =$	0,60387	0,5447	0,6008

Berechnet man dagegen die topischen Axenverhältnisse, so ergeben sich folgende Werthe:

	Diaspor:	Manganit:	Goethit:
$M =$	60,110	88,010	89,010
$d =$	3,303 ⁴⁾	4,340 ⁵⁾	4,370 ⁶⁾
$V =$	18,199	20,278	20,369
$\chi =$	2,9803	+ 73 2,9876	+ 657 3,0533
$\psi =$	3,1800	+ 3602 3,5402	- 2080 3,3322
$\omega =$	1,9203	+ 81 1,9284	+ 736 2,0020

1) Bemerkt sei noch, dass man nach dem Vorschlage von Tutton (diese Zeitschrift 1895, 24, 28) eine der topischen Axen einer Substanz in der Reihe gleich 1 setzen kann, indem man die anderen auf das entsprechende Verhältniss umrechnet. Es wird jedoch hierdurch für die Uebersichtlichkeit der ganzen Reihe nicht viel gewonnen, andererseits aber die Einheit verlassen, welche in der Einleitung zu diesen Zeilen definiert ist. Die Beibehaltung dieser Einheit ist aber vorzuziehen, weil dadurch die Vergleichung der topischen Axen zweier beliebiger Substanzen ermöglicht wird. Aendert man die Einheit für eine isomorphe Reihe, so wird dadurch die Vergleichung mit anderen Reihen unmöglich gemacht.

2) Kokscharow, Min. Russl. 3, 169.

3) Groth, Tabellarische Uebersicht der Mineralien 1898, 48.

4) Von Schemnitz.

5) A. Gorgeu, Bull. Soc. chim. 9, 650.

6) Von Lostwithiel: Yorke, Phil. Mag. (3), 27, 264.

Hier zeigen also die Axen χ und ω eine stetige Regelmässigkeit, während die ψ -Axe nicht periodisch regelmässig sich ändert, sondern beim Mittelgliede der Reihe, Manganit, am grössten ist. Gerade aber diese ψ -Axe, die im vorliegenden Falle so grosse Schwankungen aufweist, wird in den krystallographischen Constanten gleich Eins gesetzt, und dadurch kommen dann, wie die erste Tabelle zeigt, so absolut unvergleichbare Werthe zu Tage. An diesem Beispiele scheint also die Brauchbarkeit der topischen Axen besonders deutlich zu werden.

Ueberblickt man die von Muthmann und Tutton erhaltenen Resultate, sowie die vorliegenden wenigen Beispiele, so entsteht der Wunsch, die Muthmann'sche Theorie immer häufiger angewandt zu sehen, vor allem auch auf krystallisirte organische Körper. Vielleicht darf man die Erwartung hegen, dass sie uns auf diesem Gebiete, dessen Molekularverhältnisse uns um so vieles vertrauter sind, als die der Mineralien, noch viel wichtigere Einsichten in die Structur der Krystalle bringen wird.

XXIII. Ueber einige Salze der seltenen Erden.

Von

E. H. Kraus in Syracuse, N. Y.¹⁾

(Mit 27 Textfiguren.)

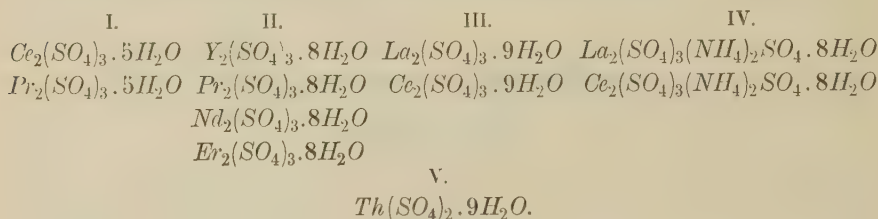
Einleitung.

In erster Linie haben Marignac, Rammelsberg und Topsöe schon Salze der seltenen Erden krystallographisch untersucht. Da es aber vielleicht keine andere Gruppe der Elemente giebt, deren Trennung dem Analytiker so viele Schwierigkeiten darbietet und deren Salze so schwer rein oder annähernd rein darzustellen sind, so waren in den meisten Fällen die von den oben erwähnten Forschern angestellten Untersuchungen an ziemlich unreinem Materiale gemacht, und daher wurde, wie zu erwarten war, der Einfluss der verschiedenen Gemengtheile dieser Erden auf die krystallographischen Constanten so bedeutend, dass die bisher erhaltenen Messungen meist nicht gut übereinstimmten. In einigen Fällen waren sogar die Beobachtungen nur so approximativ, dass man ein Axenverhältniss nicht feststellen konnte.

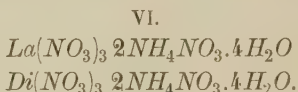
Nachdem man besonders in letzter Zeit mit den Trennungs- und Darstellungsmethoden für diese seltenen Erden bedeutende Fortschritte gemacht hat, war es wünschenswerth, einige Reihen von diesen Salzen so weit wie möglich krystallographisch und optisch eingehender zu untersuchen, und dies um so mehr, da einige Gemenge der Erden, welche früher als Elemente galten, inzwischen in ihre Componenten zerlegt worden sind und es bis jetzt noch nicht bekannt war, in welchen Formen die Salze dieser neuen Elemente krystallisiren. Auf Anregung von Herrn Prof. P. Groth wurde diese Arbeit aufgenommen, und vor allem dadurch ermöglicht, dass Herr Prof. W. Muthmann, der sich schon längere Zeit mit einer eingehenden Arbeit über die seltenen Erden beschäftigt, mir mit grosser Liebenswürdigkeit das sämmtliche Material, welches für diese Untersuchung nöthig war, zur Verfügung stellte.

1) Inaugural-Dissertation der Universität München.

Nach einigen vorläufigen Versuchen erwies sich bald, dass die verschiedenen Sulfate sich wahrscheinlich für diesen Zweck am besten eignen würden, da sie luftbeständig sind, was bei den Nitraten und Chloriden nicht der Fall ist. Es wurden daher elf Sulfate mit verschiedenem Wassergehalte dargestellt und untersucht. Diese Sulfate lassen sich in mehrere Reihen anordnen, und so war es möglich, ihre Beziehungen zu einander näher zu untersuchen. Diese Reihen sind die folgenden:



An die Sulfate schliessen sich noch zwei Nitrate, nämlich:



Die Bedingungen, unter welchen die im Vorliegenden untersuchten Krystalle erhalten wurden, sollen bei den einzelnen Substanzen näher besprochen werden. Das spezifische Gewicht wurde mit Hilfe der Schwebemethode in Methylenjodid und der Mohr-Westphal'schen Waage bestimmt. Auf besonders genaue Ermittlung desselben wurde grosse Sorgfalt verwendet, um für die Berechnung der topischen Axenverhältnisse brauchbare Werthe zu bekommen.

Der Begriff der »Topischen Axen« wurde bekanntlich von Muthmann¹⁾ eingeführt. Seine darauf bezügliche Theorie beruht im Wesentlichen auf dem Bestreben, eine die Vergleichung der krystallographischen Axen zweier Körper ermöglichende Einheit zu schaffen. Er erreicht dies durch Combination der krystallographischen Constanten mit dem Molekularvolum und giebt dadurch die Möglichkeit, äusserst interessante Beziehungen zwischen den Gliedern isomorpher Reihen aufzufinden. Die so erhaltenen Werthe kann man auch als relative Entfernungen der Schwerpunkte der Krystallelemente von einander in den Richtungen der krystallographischen Axen auffassen.

Die zur Berechnung dieser topischen Axen nöthigen Formeln wurden von ihm für das tetragonale und rhombische, von Tutton²⁾ für das monokline Krystallsystem gegeben. In einer Notiz von Kraus und Mez³⁾

1) Diese Zeitschr. 1894, **22**, 497.

2) Ebenda 1895, **24**, 1.

3) Ebenda 1901, **34**, 389.

wurden sie für den allgemeinsten Fall, nämlich das triklone Krystallsystem ergänzt und die noch fehlenden für die anderen Systeme daraus abgeleitet, sowie gleichzeitig eine Definition der erwähnten Einheit gegeben.

Die in der vorliegenden Abhandlung beschriebenen Sulfate sind meistens schwer löslich in Wasser, und es liessen sich ohne Ausnahme durch Eintauchen der Krystalle während weniger Secunden in kaltes Wasser sehr gute Aetzfiguren erzeugen. Daher wurden bei den sämtlichen Sulfaten Aetzversuche durchgeführt, um mit Sicherheit die Symmetrieklasse zu bestimmen. Diese Versuche lehrten, wie schon von anderen Forschern festgestellt wurde, dass die Glieder jeder isomorphen Reihe analoge Aetzfiguren in ganz analoger Stellung zeigen. Die Versuche führten auch zu wichtigen Resultaten, besonders bei den Salzen der Reihe $\overset{\text{III}}{R}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, da die Aetzfiguren auf eine Symmetrieklasse hinweisen, die man nach der Ausbildung der Krystalle dieser Salze nicht hätte vermuthen können. Diese Versuche sollen deshalb in einem besonderen Abschnitte bei jeder Reihe näher besprochen werden.

I. $\overset{\text{III}}{R}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Die Krystallform der Salze dieser isomorphen Reihe ist bis jetzt noch nicht bekannt gewesen. Es gelang mir, zwei Verbindungen mit der angeführten Zusammensetzung darzustellen, nämlich das Cer- und das Praseodymsalz. Beide Salze entstehen bei einer Temperatur von circa 80° C. Um diese Verbindungen in wohlausgebildeten Krystallen zu erhalten, war es nöthig, eine verdünnte wässrige Lösung in einem grossen Behälter, der mit Wasser gefüllt war, allmählich auf die erwähnte Temperatur zu erhitzen und bei dieser verdunsten zu lassen. Wie jetzt gezeigt werden soll, sind diese Salze unter einander vollkommen isomorph.

Cersulfat $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Ein sehr reines Cer-Ammonium-Nitrat, welches von Herrn R. Böhm an hiesiger technischer Hochschule dargestellt wurde, und dem ich für dessen Ueberlassung hier meinen besten Dank aussprechen möchte, ist als Ausgangsmaterial für dieses, so wie auch für die anderen Cersalze, die in dieser Abhandlung besprochen werden sollen, angewandt worden. Das aus dem Doppelsalz erhaltene wasserfreie Sulfat wurde in Wasser bei 4° C. aufgelöst. Wenn man diese wässrige Lösung auf dem Wasserbade bis zu einer Temperatur von 80° C. erhitzt, so erhält man das Sulfat mit fünf Molekülen Krystallwasser, welches sich in den meisten Fällen als stängeliges, radialfaseriges Aggregat absetzt.

Da die Salze dieser Reihe noch nicht krystallographisch untersucht worden sind, wurde der Gehalt an Schwefelsäure bestimmt. Die oben gegebene Formel verlangt 36,47% SO_3 . Es wurde 36,22% SO_3 gefunden.

Wohlausgebildete Individuen wurden auf die oben erwähnte Weise leicht erhalten. Die vollkommen farblosen und durchsichtigen Krystalle gehören dem monoklinen Krystallsystem an und zeigen eine Combination

Fig. 1.

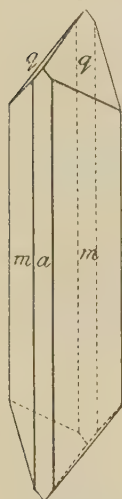
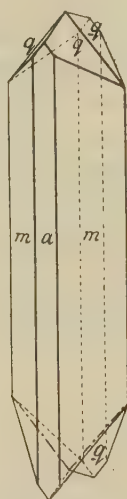


Fig. 2.



von $m\{110\}$, $q\{011\}$ und $a\{100\}$. Die Prismenflächen $m\{110\}$ sind immer gut entwickelt, auch stets vorherrschend und fast immer von gleicher Grösse; $q\{011\}$ ist nicht immer gut messbar, da diese Flächen öfters mehr oder minder abgerundet sind. Es gelang mir jedoch mehrere Individuen zu finden, an denen diese Flächen ziemlich scharfe Reflexe gaben und daher ziemlich gute Messungen lieferten. $a\{100\}$ ist stets klein und nicht gut messbar, und in vielen Fällen fehlen diese Flächen vollkommen. Fig. 1 zeigt eine Combination von $m\{110\}$, $q\{011\}$ und $a\{100\}$.

Zwillinge nach $a\{100\}$ wurden häufig beobachtet. Fig. 2 zeigt einen solchen Zwilling.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 1,4656 : 1 : 1,1264; \beta = 102^\circ 40'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	* $110^\circ 4'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	* $95^\circ 24'$
$m : q = (110) : (011)$	—	* $46^\circ 20'$
$m : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$	$58^\circ 33'$	$58^\circ 44\frac{1}{2}'$
$a : q = (100) : (011)$	$84^\circ 31'$	$84^\circ 22'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	$46^\circ 58'$	$47^\circ 5'$

Eine gute Spaltbarkeit herrscht nach der Basis $c\{001\}$.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene. Mittellinie ist fast senkrecht zu $a\{100\}$.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark.

Praseodymsulfat $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Als Ausgangsmaterial für dieses Salz, so wie auch für die andere Praseodymverbindung, welche später zu besprechen ist, wurde das Oxyd, welches 97% Pr_2O_3 und eine kleine Beimengung von Nd_2O_3 enthielt, angewandt. Durch Auflösen des Oxyds in verdünnter Schwefelsäure und Abdampfen, wie bei dem Cersalze beschrieben, erhält man diese Verbindung mit fünf Molekülen Krystallwasser.

Die blassgrünen Krystalle zeigen denselben Habitus und weisen auch die nämlichen Formen auf, wie die des entsprechenden Cersulfates. Die Combination von $m\{110\}$, $q\{011\}$ und $a\{100\}$ ist auch für dieses Salz charakteristisch. Diese Flächen sind gerade wie bei dem schon beschriebenen Cersalze ausgebildet. Doch waren hier $q\{011\}$ besser messbar.

Zwillinge nach $a(100)$ wurden ebenfalls beobachtet.

Die Figuren 1 und 2, die bei dem Cersalz gegeben worden sind, können auch für diese Verbindung dienen.

Die Resultate der Messungen sind:

Monoklin, Prismatisch.

$$a : b : c = 4,445 : 4 : 4,1157; \beta = 101^{\circ} 16'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*109° 35'
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	*95 9
$m : q = (110) : (011)$	—	*47 14½
$m' : q = (\bar{1}10) : (011)$	58° 12'	58 18
$a : q = (100) : (011)$	82 25	82 18
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	45 17	45 20

Nach der Basis $c\{001\}$ herrscht eine gute Spaltbarkeit.

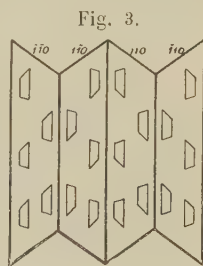
Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene.

Die Mittellinie ist fast senkrecht zu $a(100)$.

Eine ziemlich starke Doppelbrechung ist wahrzunehmen.

Aetzung der beiden Sulfate.

Diese Salze sind ziemlich schwer löslich in Wasser, und daher ist dasselbe ein ausgezeichnetes Aetzmittel. Durch Eintauchen der Krystalle in kaltes Wasser während circa 30 Secunden wurden auf den Prismenflächen Aetzfiguren erzeugt, die so angeordnet waren, wie es Fig. 3 zeigt. Die Aetzfiguren beider Sulfate besaßen ganz analoge Ausbildung und waren in ganz gleicher Stellung. Aus der Anordnung dieser Aetzfiguren auf den prismatischen Flächen geht hervor, dass eine Symmetrieebene sowie auch eine zweizählige Symmetrieaxe vorhanden sind, und daher werden diese Sulfate der prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems zugeschrieben.



Vergleichung der Winkel und Isomorphie mit Didymiumseleniat.

Das Didymiumseleniat mit dem entsprechenden Wassergehalte $Di_2(SeO_4)_3 \cdot 5H_2O$, wurde von Morton¹⁾ gemessen; er konnte indessen, da die von

1) C. Morton, Öfversigt af K. Sv. Vet. Akad. Handling. No. 6, 1885, 189. Ref. diese Zeitschr. 1887, **12**, 548.

ihm erhaltenen Krystalle immer auf dem einen Ende festgewachsen waren, während das andere Ende nur abgerundete, nicht messbare Flächen aufwies, nicht mit Sicherheit feststellen, ob die Krystalle dem rhombischen oder monoklinen Krystallsysteme angehörten. Nach der Aufstellung Morton's zeigten die Krystalle eine Combination von $m\{110\}$ und $b\{010\}$. Wenn man die Axe, welche bei dieser Stellung mit b bezeichnet ist, als die a -Axe auffasst, so zeigt das Seleniat des Didyms eine Combination von $m\{110\}$ und $a\{100\}$, und die stark abgerundeten Endflächen sind sehr wahrscheinlich $q\{011\}$, welche Flächen für die eben beschriebenen Sulfate des Cers und Praseodyms charakteristisch sind.

Dass das Didymiumseleniat ohne Zweifel dem monoklinen Krystallsysteme angehört und mit den entsprechenden Cer- und Praseodymsulfaten vollkommen isomorph ist, zeigt die grosse Aehnlichkeit der beobachteten Winkel, wie aus folgender Tabelle zu sehen ist.

	$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	$Di_2(SeO_4)_3 \cdot 5H_2O$
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$109^\circ 35'$	$110^\circ 4'$	$110^\circ 36'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	$95 \quad 9$	$95 \quad 24$	—
$m : q = (110) : (011)$	$47 \quad 44\frac{1}{2}$	$46 \quad 20$	—
$m : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$	$58 \quad 48$	$58 \quad 44\frac{1}{2}$	—
$a : m = (100) : (110)$	$54 \quad 45$	$54 \quad 59$	$55 \quad 48$

Die Molekularvolumina der beiden Sulfate.

Um die Molekularvolumina dieser Salze berechnen zu können, war es nöthig, die specifischen Gewichte dieser Sulfate zu bestimmen. Dieses geschah mittelst der Mohr-Westphal'schen Wage und Methylenjodid. Die Mittelwerthe aus mehreren Bestimmungen werden in der folgenden Tabelle gegeben. Die Bestimmungen wurden bei einer Temperatur von 16° C. gemacht.

	Molekular- gewicht:	Specifisches Gewicht:	Molekular- volum:
$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	658,23	3,173	207,48
$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$	658,23	3,160	208,29

Da beide Sulfate dasselbe Molekulargewicht besitzen und ihre specifischen Gewichte nicht wesentlich von einander differiren, so müssen die Molekularvolumina fast gleich sein.

Die topischen Axenverhältnisse.

Die zur Berechnung der topischen Axenverhältnisse im monoklinen Krystallsysteme dienenden Formeln sind:

$$\chi = a\psi = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c \sin \beta}},$$

sichtige Krystalle erhalten. Das angewandte Yttriumoxyd wurde von Herrn Postius dargestellt, und wie Derselbe berichtet, soll es 99% Y_2O_3 enthalten und vollkommen frei von anderen seltenen Erden sein. Ich möchte an dieser Stelle Herrn Postius für dieses Material meinen besten Dank aussprechen.

Für diese Untersuchung wurden zwölf Individuen von beträchtlicher Grösse, die mehreren Krystallisationen angehörten, ausgesucht. Die Reflexe waren im Allgemeinen sehr scharf und einfach, und nur einige Flächen gaben mehrere Reflexe, aber die richtigen konnte man leicht von den anderen unterscheiden.

Diese Verbindung wurde schon von Rammelsberg¹⁾ und Topsøe²⁾ gemessen. Ihre Messungen stimmen nicht gut überein, indem einige Winkel um circa einen Grad differiren. Die Axenverhältnisse, wie sie Rammelsberg und Topsøe feststellten, weichen sehr beträchtlich von dem von mir aufgestellten ab, wie folgende Vergleichung zeigt.

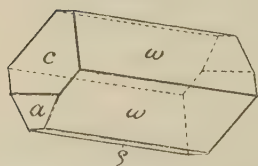
Rammelsberg	$a : b : c = 3,1040 : 4 : 2,0346$	$\beta = 118^\circ 12'$
Topsøe	$a : b : c = 3,0537 : 4 : 2,0218$	$\beta = 118^\circ 40'$
Kraus	$a : b : c = 3,0284 : 4 : 2,0092$	$\beta = 118^\circ 25'$

Diese Abweichungen und auch die grossen Differenzen der Winkel können wohl von Verunreinigungen herrühren, denn Rammelsberg giebt an, dass die von ihm gemessenen Krystalle die sämtlichen Erden der Yttriumgruppe, die sich im Gadolinit — namentlich Erbium und Terbium — finden, enthielten, und eine blassrothe Farbe besaßen. Ueber die Reinheit des von ihm untersuchten Salzes führt Topsøe nur an, dass die Krystalle vollkommen durchsichtig und farblos waren. Dies würde auf reineres Material hindeuten, aber immerhin stimmen seine Winkel nicht gut untereinander überein.

Die Formen, welche auftreten, sind $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{10\bar{1}\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$ und $\pi\{21\bar{1}\}$. Alle diese Formen wurden schon von Rammelsberg beobachtet.

Man kann leicht drei Typen des Habitus der Krystalle unterscheiden.

Fig. 5.



Der einfachste Typus des Habitus (Fig. 5) zeigt nur die Flächen von $\omega\{\bar{1}11\}$, $c\{001\}$, $\varrho\{10\bar{1}\}$ und $a\{100\}$. Von diesen Formen sind gewöhnlich $\omega\{\bar{1}11\}$ und $\varrho\{10\bar{1}\}$ gross ausgebildet, während $c\{001\}$ und $a\{100\}$ zurücktreten. Man könnte diesen Typus leicht als eine Combination von $\{001\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{110\}$ und $\{100\}$ auffassen, aber bei den weiteren Betrachtungen hat sich die oben angegebene und auch früher

1) Pogg. Annal. **115**, 579.

2) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, **2**, No. 5, 25.

von Rammelsberg und Topsöe gebrauchte Stellung als zweckmässiger erwiesen, welche daher für die ganze Reihe beibehalten wurde.

Der zweite Typus des Habitus (Fig. 6) weist eine Combination von den bei Typus I angeführten Formen auf, wozu noch $\pi\{21\bar{1}\}$ tritt. Während bei dem ersten Typus die Basis $c\{001\}$ klein war, ist dieselbe hier am grössten entwickelt. Die Krystalle dieses Habitus sind dicktafelförmig nach der Basis.

Fig. 6.

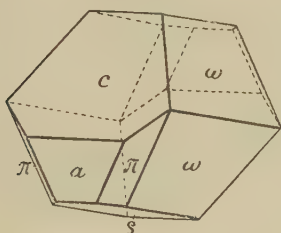
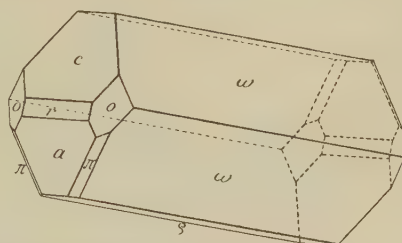


Fig. 7.



Der dritte Typus des Habitus wird durch Fig. 7 dargestellt. Hier treten die schon erwähnten Formen auch auf, ausserdem kommen noch $r\{101\}$ und $o\{111\}$ hinzu. Diese Krystalle zeigen $\omega\{111\}$ und $\rho\{10\bar{1}\}$ sehr gross ausgebildet. Oefters sind dieselben tafelig nach einem Flächenpaare von $\omega\{111\}$.

Zwillinge nach $a(100)$ wurden ebenfalls beobachtet.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet.		
		Kraus:	Rammelsberg:	Topsöe:
$a : c = (100) : (001) =$	—	*61°35'	61°48'	62°48' 1)
$c : \rho = (001) : (10\bar{1})$	—	*40 28	39 56	—
$\rho : \omega = (10\bar{1}) : (11\bar{1})$	—	*63 2	—	—
$c : \omega = (001) : (111)$	69°49'	69 52	69 47	—
$a : \omega = (100) : (111)$	84 34	84 35	85 0	—
$\rho : \pi = (10\bar{1}) : (21\bar{1})$	61 8	61 42	—	—
$a : \pi = (100) : (21\bar{1})$	66 42	66 35	67 23	66 36
$\pi : \pi = (21\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	110 36	110 30	111 7	111 0
$c : r = (001) : (101)$	23 48	23 49	23 48	23 29
$r : \pi = (101) : (21\bar{1})$	86 23	86 30	—	—
$r : \omega = (101) : (111)$	78 42	78 45	—	—
$a : o = (100) : (111)$	60 4	60 0	60 30	—
$c : o = (001) : (111)$	54 45	54 48	54 50	54 47
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	101 42	—	102 48	102 0

Eine sehr vollkommene Spaltbarkeit herrscht nach $c\{001\}$, eine vollkommene nach $\rho\{10\bar{1}\}$.

1) Berechnet 61°20'.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene. Die zweite Mittellinie ist fast genau senkrecht zu $c\{001\}$, ein wenig nach vorn geneigt.

Mittelst zweier natürlicher Prismen, gebildet durch $(\bar{1}11)$ und $(\bar{1}\bar{1}1)$, (004) und $(\bar{1}00)$, wurden mit der Methode der minimalen Ablenkung die drei Hauptbrechungsexponenten für Natriumlicht bestimmt. Die folgenden Zahlen wurden erhalten:

$$\begin{aligned}\alpha_{Na} &= 1,5433 \\ \beta_{Na} &= 1,5490 \\ \gamma_{Na} &= 1,5755 \\ \gamma - \alpha &= 0,0322\end{aligned}$$

Da β näher an α liegt, ist dieses Salz positiv.

Aus diesen Brechungsexponenten wurden die folgenden Werthe für V_a und E_a berechnet:

$$\begin{aligned}2E_{aNa} &= 83^\circ 6' \\ 2V_{aNa} &= 50\ 43\end{aligned}$$

Sinn der Dispersion: $\varrho < v$.

Praseodymsulfat $\text{Pr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Wenn man Praseodymoxyd in verdünnter Schwefelsäure auflöst und dann bei einer Temperatur bis zu 20° — 25° C. verdunsten lässt, so erhält man sehr wohlausgebildete Krystalle, welche die oben erwähnte Zusammensetzung haben. Die Krystallisation erfolgt sehr leicht, und die so erhaltenen Krystalle sind durchsichtig, von schöner, dunkelgrüner Farbe und sehr luftbeständig.

Für die Untersuchung wurden neunzehn wohlausgebildete Individuen, die verschiedenen Krystallisationen entnommen wurden, gemessen. Dieselben waren von beträchtlicher Grösse. Die Flächen waren gut messbar, nur in einigen Fällen stimmen die beobachteten Werthe mit den berechneten nicht sehr gut überein.

Die Krystalle dieses Praseodymsalzes sind denen des entsprechenden Didymsalzes, welche von Marignac¹⁾, Rammelsberg²⁾, Bunsen³⁾ und Schabus²⁾ gemessen worden sind, sehr ähnlich und weisen auch dieselben Flächen auf, nämlich: $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $r\{101\}$, $\varrho\{10\bar{1}\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$, $\xi\{31\bar{1}\}$, $\tau\{313\}$. Ausser diesen treten noch $\sigma\{20\bar{1}\}$, $q\{011\}$, $x\{311\}$ hinzu, welche noch nicht an dem Didymsalze beobachtet worden sind.

Vier Typen des Habitus der Krystalle konnten unterschieden werden,

1) Recherches sur les formes cristallines de quelques composés chimiques, Genève 1855, 35.

2) Rammelsberg, Krystallographisch-physikalische Chemie 1884, 1, 440.

3) Pogg. Ann. 128, 102.

die durch die Figg. 7, 8, 9 und 10 dargestellt sind. Diese Typen des Habitus kommen zum Theil neben einander vor.

Fig. 8 stellt den ersten Typus dar. Hier sind die Flächen von $\varrho\{40\bar{1}\}$ am grössten ausgebildet, so dass die Krystalle tafelförmig nach diesen Flächen sind. Die Basis $c\{001\}$ ist auch ziemlich gross. Von den anderen Flächen $a\{100\}$, $\xi\{31\bar{1}\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$ und $\omega\{11\bar{1}\}$, welche gewöhnlich hier auftreten, ist stets $\omega\{11\bar{1}\}$ am grössten entwickelt.

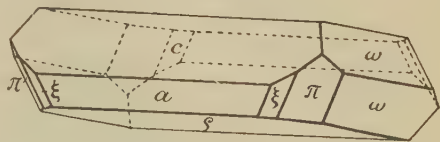


Fig. 8.

Einen zweiten Typus des Habitus stellt Fig. 9 dar, wo die Krystalle dicktafelförmig nach der Basis sind. Hier ist, neben $c\{001\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$ gross entwickelt. Ausser den bei dem ersten Typus erwähnten Formen treten hier noch $r\{101\}$ und $o\{111\}$ hinzu, die aber stets untergeordnet sind.

Ein weiterer Typus des Habitus der Krystalle wird durch Fig. 7 (S. 405) gegeben. Diese Krystalle haben $\omega\{11\bar{1}\}$ am grössten ausgebildet. Die Basis $c\{001\}$ und $a\{100\}$ sind von ungefähr gleicher Grösse. Die anderen Flächen,

Fig. 9.

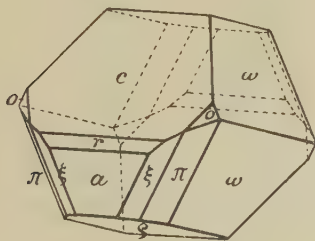
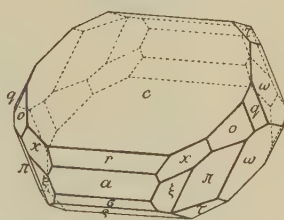


Fig. 10.



$r\{101\}$, $\varrho\{40\bar{1}\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$ und $o\{111\}$, sind mit Ausnahme von $\varrho\{40\bar{1}\}$ klein in Bezug auf die anderen. Dieser Typus des Habitus kommt auch bei dem entsprechenden Yttriumsulfate vor.

Fig. 10 zeigt den vierten Typus des Habitus. Diese Krystalle sind tafelförmig nach $c\{001\}$ entwickelt, welche Flächen sehr gross sind. Hier treten sämtliche an diesem Salze beobachteten Formen auf.

Zwillinge nach $a\{100\}$ wurden beobachtet, die indessen sehr selten waren.

Das Ausgangsmaterial war das oben erwähnte (S. 400) 97procentige Pr_2O_3 .

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 2,9863 : 1 : 4,9995;$$

$$\beta = 118^\circ 0'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001) =$	—	*62° 0'
$c : \varrho = (001) : (\bar{1}01)$	—	*40 46
$\varrho : \omega = (10\bar{1}) : (11\bar{1})$	—	*62 54
$a : \xi = (100) : (31\bar{1})$	52° 2'	54 56
$a : r = (100) : (101)$	37 47	37 54
$\varrho : \sigma = (10\bar{1}) : (20\bar{1})$	34 48	34 54
$a : \pi = (100) : (21\bar{1})$	66 43	66 24
$\xi : \xi = (31\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	89 35	89 42
$r : \omega = (101) : (\bar{1}\bar{1}1)$	78 52½	78 54
$c : \xi = (001) : (31\bar{1})$	88 42	88 44
$c : \pi = (001) : (21\bar{1})$	80 5	80 8
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	69 47	69 52½
$\varrho : \pi = (10\bar{1}) : (21\bar{1})$	60 45½	60 46
$\varrho : \xi = (10\bar{1}) : (31\bar{1})$	64 25	64 49
$\sigma : \pi = (20\bar{1}) : (21\bar{1})$	54 56	54 48
$a : o = (100) : (111)$	60 0	59 57
$\omega : q = (\bar{1}\bar{1}1) : (011)$	49 44	49 42
$a : q = (100) : (011)$	76 37	76 30
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	84 6	84 42
$a : \chi = (100) : (311)$	38 32	38 27
$r : \xi = (101) : (\bar{3}11)$	105 40	105 48
$r : \pi = (101) : (\bar{2}11)$	93 53½	93 39
$\varrho : \tau = (10\bar{1}) : (31\bar{3})$	33 4	32 58
$c : \tau = (001) : (\bar{3}13)$	50 35	50 34
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	120 56	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	104 32	—
$x : x = (311) : (3\bar{1}1)$	77 44	—

Nach der Basis $c\{001\}$ herrscht eine sehr vollkommene Spaltbarkeit. Eine deutliche ist wahrnehmbar nach $\varrho\{10\bar{1}\}$.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene und fast genau senkrecht zur Basis $c\{001\}$.

Der scheinbare Axenwinkel ist so gross, dass die optischen Axen im Adams'schen Apparate ausserhalb des Gesichtsfeldes austreten.

Die Doppelbrechung ist schwach.

Neodymsulfat $\text{Nd}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Diese wohlausgebildeten, mehrere Millimeter grossen Krystalle sind von Herrn Prof. W. Muthmann erhalten worden. Die Krystalle dieser Verbindung sind nicht so flächenreich wie die anderen dieser isomorphen Reihe. Die beobachteten Formen sind: $c\{001\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$, $a\{100\}$ und $\varrho\{10\bar{1}\}$. Sie weisen einen besonderen Typus des Habitus auf, sämtliche

Krystalle gehörten diesem einen Typus an, den Fig. 11 darstellt. Hier sind $c\{001\}$ und $\omega\{11\bar{1}\}$ sehr gross ausgebildet, während $a\{100\}$, $\varrho\{10\bar{1}\}$ und $\pi\{21\bar{1}\}$ sehr klein sind. Die Flächen in der Zone $(100):(11\bar{1})$ sind mehr oder minder gestreift.

Diese Verbindung ist bis jetzt noch nicht gemessen worden. Das angewandte Material war sehr rein und obgleich, wie schon gesagt, einige Flächen gestreift waren, stimmen die Beobachtungen verhältnissmässig gut untereinander überein. Die Resultate der Messungen, welche an vier Krystallen ausgeführt wurden, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 2,980 : 1 : 1,997; \quad \beta = 118^\circ 18'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001) =$	—	*61° 42'
$\varrho : c = (10\bar{1}) : (001)$	—	*40 51
$\varrho : \omega = (\bar{1}01) : (11\bar{1})$	—	*62 50½
$\pi : \pi = (21\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	109° 50'	109 57
$\varrho : \pi = (10\bar{1}) : (21\bar{1})$	60 49	60 54
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	84 18½	84 15
$a : \pi = (100) : (21\bar{1})$	66 44	66 25

Eine höchst vollkommene Spaltbarkeit herrscht nach der Basis $c\{001\}$. Die Mittellinie der optischen Axen ist fast genau senkrecht zu $c\{001\}$ und die Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene.

Der scheinbare Axenwinkel ist so gross, dass mit dem Adams'schen Apparate die Büschel nur am Rande des Gesichtsfeldes auftreten.

Eine ca. 2 mm dicke Platte auf $c\{001\}$ zeigt die Farbe 24 q Radde.

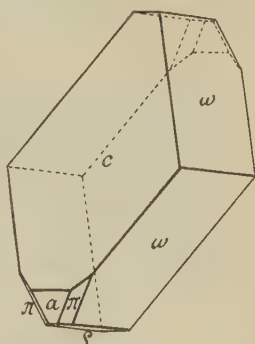
Pleochroismus sehr schwach. Die Schwingung parallel der Symmetrieebene ist ein wenig mehr röthlich gefärbt und etwas stärker absorbiert als die anderen.

Die Doppelbrechung ist schwach.

Erbiumsulfat $\text{Er}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Durch Versetzung von Erbiumoxyd mit verdünnter Schwefelsäure erhält man bei langsamem Verdunsten bei einer Temperatur von 20°—25° C. schöne, vollkommen durchsichtige Krystalle, die etwas röthlich gefärbt sind. Das Ausgangsmaterial wurde von Herrn Postius dargestellt und war nicht vollkommen rein, sondern enthielt noch Beimengungen anderer Erden dieser Gruppe, aber immerhin war das Oxyd sehr reich an Erbium.

Fig. 11.



Diese Verbindung ist schon von Topsöe¹⁾ gemessen worden. Das Axenverhältniss, welches Topsöe aufstellte, weicht ziemlich stark von den von mir gefundenen Werthen ab. Auch stimmen seine Beobachtungen mit den berechneten Werthen schlecht überein.

Topsöe: $a : b : c = 3,1903 : 1 : 2,1100$; $\beta = 118^\circ 28'$

Kraus: $a : b : c = 3,0120 : 1 : 2,0043$; $\beta = 118.27$

Die beobachteten Formen sind $c\{001\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $r\{101\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $q\{011\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$ und $\xi\{31\bar{1}\}$.

Fig. 12 zeigt die gewöhnliche Combination von $c\{001\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $\pi\{21\bar{1}\}$ und $\xi\{31\bar{1}\}$, wo die Basis $c\{001\}$ sehr gross entwickelt ist, während die anderen Flächen zurücktreten. Diese Krystalle sind meistens ziemlich dünn tafelförmig nach $c\{001\}$.

Fig. 12.

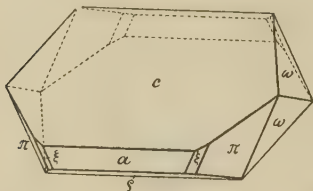
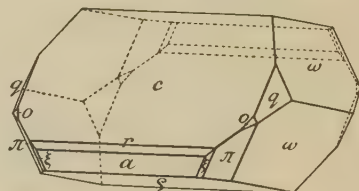


Fig. 13.



Eine Combination der sämtlichen beobachteten Formen zeigt Fig. 13. Diese Krystalle sind dick tafelförmig nach $c\{001\}$, welche Form immer noch sehr gross entwickelt ist. $\omega\{\bar{1}11\}$ ist ebenfalls gross im Vergleich mit den anderen Flächen, von denen $\xi\{31\bar{1}\}$ und $o\{111\}$ immer am kleinsten sind. Von den angeführten Formen sind $q\{011\}$, $\xi\{31\bar{1}\}$ und $\omega\{\bar{1}11\}$ nicht von Topsöe beobachtet worden.

Sechs Individuen wurden gemessen. Die Resultate der Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet:	
		Kraus:	Topsöe:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*61^\circ 33'$	$61^\circ 32'$
$c : q = (001) : (10\bar{1})$	—	$*40\ 35$	$40\ 20$
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	—	$*84\ 31$	—
$a : o = (100) : (111)$	$59^\circ 54'$	$59\ 51$	$60\ 24$
$a : r = (100) : (101)$	$37\ 36\frac{1}{2}$	$37\ 36$	$37\ 3$
$r : o = (101) : (111)$	$50\ 44$	$50\ 51$	$50\ 51$
$c : q = (001) : (011)$	$60\ 25$	$60\ 13\frac{1}{2}$	—
$a : q = (100) : (011)$	$76\ 24$	$76\ 24$	—
$q : \omega = (011) : (\bar{1}11)$	$49\ 5$	$49\ 14$	—
$a : \xi = (100) : (31\bar{1})$	$52\ 22$	$52\ 28$	—

1) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, 2, No. 5, 28.

	Berechnet:	Beobachtet:	
		Kraus:	Topsöe:
$a : \pi = (100) : (21\bar{1}) =$	66° 33'	66° 29'	66° 43'
$\pi : \pi = (21\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	110 20	110 2	113 14
$\xi : \xi = (31\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	90 46	—	—
$\omega : \omega = (11\bar{1}) : (1\bar{1}\bar{1})$	125 54	—	—

Nach der Basis $c\{001\}$ herrscht eine sehr vollkommene Spaltbarkeit. Eine minder gute ist nach $\rho\{10\bar{1}\}$ zu constatiren.

Die Ebene der optischen Axen ist beinahe senkrecht zu $c\{001\}$ und gleichzeitig senkrecht zu der Symmetrieebene.

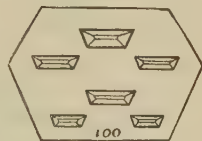
Der scheinbare Axenwinkel ist sehr gross.

Die Doppelbrechung ist schwach.

Aetzung der vier Sulfate.

Kaltes Wasser erwies sich als ein ausgezeichnetes Aetzmittel. Durch Eintauchen der Krystalle in kaltes Wasser während 15 oder 20 Secunden wurden Aetzfiguren auf der Basis $c(001)$ erzeugt, die, wie aus nebenstehender Fig. 14 ersichtlich, vollkommen rechts- und linkssymmetrisch sind. Da auf der entgegengesetzten Fläche $(00\bar{1})$ die Figuren um 180° gedreht waren, ist der Beweis geliefert, dass die Krystalle nicht nur eine Symmetrieebene, sondern auch eine zweizählige Symmetrieaxe besitzen und daher der prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems angehören.

Fig. 14.



Die Aetzfiguren, wie sie Fig. 14 zeigt, können zugleich diejenigen der ganzen Reihe dieser Sulfate darstellen. Sie zeigen aber speciell die Aetzfiguren des Praseodymsulfats.

Vergleichung der Winkel der vier Sulfate und Isomorphie mit Samariumsulfat.

Das entsprechende Samariumsulfat, welches in letzter Zeit von Bettendorf dargestellt und von Fock¹⁾ krystallographisch untersucht wurde, ist mit den vier soeben beschriebenen Sulfaten vollkommen isomorph. In der folgenden Tabelle sind die Axenverhältnisse, sowie auch die berechneten Werthe einiger Hauptwinkel dieser fünf Sulfate zusammengestellt. Wo die Formen nicht auftraten, wurden die berechneten Werthe mit Klammern versehen. Die Sulfate sind nach steigendem Molekulargewicht angeordnet.

Tabelle der Axenverhältnisse.

Yttriumsulfat	$a : b : c = 3,0284 : 1 : 2,0092;$	$\beta = 118^{\circ} 25'$
Praseodymsulfat	$a : b : c = 2,9863 : 1 : 1,9995;$	$\beta = 118 \quad 0$

1) Diese Zeitschr. 4899, 32, 254.

Neodymsulfat	$a : b : c = 2,9800 : 4 : 4,9970; \beta = 118^{\circ} 18'$
Samariumsulfat	$a : b : c = 3,0326 : 4 : 2,0057; \beta = 117^{\circ} 30'$
Erbiumsulfat	$a : b : c = 3,0420 : 4 : 2,0043; \beta = 118^{\circ} 27'$

Tabelle der Hauptwinkel dieser Sulfate.

	Schwefel- saures	Schwefel- saures	Schwefel- saures	Schwefel- saures	Schwefel- saures
	Yttrium:	Praseodym:	Neodym:	Samarium:	Erbium:
$a : c = (100) : (001) = 61^{\circ} 35'$		$62^{\circ} 0'$	$61^{\circ} 42'$	$62^{\circ} 30'$	$61^{\circ} 33'$
$c : \rho = (001) : (\bar{1}01)$	40 28	40 46	40 51	40 41	40 35
$c : r = (001) : (101)$	23 48	24 13	$(24 \ 16\frac{1}{2})$	$(24 \ 12)$	23 57
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	101 42	101 32	$(101 \ 2)$	102 22	101 20
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$(120 \ 59)$	120 56	$(120 \ 45)$	$(121 \ 19)$	120 50
$\omega : \omega = (11\bar{1}) : (1\bar{1}\bar{1})$	126 4	125 42	125 41	125 52	125 54
$\pi : \pi = (21\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	110 36	109 52	109 50	110 26	110 20

Die Vergleichung der Hauptwinkel dieser fünf isomorphen Sulfate gestattet also keine Gesetzmässigkeiten in der Aenderung der Winkel, fortschreitend vom leichtesten zum schwersten Salze, in dem einen oder anderen Sinne aufzufinden.

Die Molekularvolumina der vier Sulfate.

Die specifischen Gewichte wurden mit der Mohr-Westphal'schen Waage und Methylenjodid bei einer Temperatur von 16° C. bestimmt. Der von mir gefundene Werth für Yttriumsulfat stimmt ziemlich gut mit der von Topsøe¹⁾ gegebenen Bestimmung überein. Topsøe fand 2,530, während ich das specifische Gewicht dieses Salzes zu 2,558 bestimmte. Topsøe's Bestimmung für Erbiumsulfat ist bedeutend höher als ich fand, aber dies ist daraus zu erklären, dass, wie schon erwähnt, das von mir angewandte Erbiumoxyd nur annähernd rein war; dasselbe enthielt noch andere seltene Erden, und daher dürfte die unten angeführte Bestimmung als ein wenig zu niedrig gelten. Ueber die specifischen Gewichte der Sulfate des Praseodyms und Neodyms lagen keine Bestimmungen vor.

In der folgenden Tabelle sind die Molekulargewichte und die specifischen Gewichte, sowie die daraus berechneten Molekularvolumina dieser vier Sulfate zusammengestellt.

	Molekular- gewicht:	Specifisches Gewicht:	Molekular- volum:
$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	640,078	2,558	238,50
	Diff. 102,2	Diff. + 0,261	Diff. 14,17
$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	712,278	2,819	252,67
	Diff. 8,0	Diff. + 0,034	Diff. 0,06

1) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, 2, No. 5, 25.

	Molekular- gewicht:	Specificsches Gewicht:	Molekular- volum:
$Nd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	720,278	2,850	252,73
	Diff. 44,0	Diff. — 0,119	Diff. 27,12
$Er_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	764,278	2,734	279,85

Aus dieser Vergleichung ist zu sehen, dass mit steigendem Molekulargewicht das Molekularvolum stetig zunimmt. Da die Molekulargewichte der Sulfate des Praseodyms und Neodyms nicht viel von einander verschieden sind, ist die Zunahme des Molekularvolums, wie zu erwarten, eine ausserordentlich geringe. Das Ersetzen des Yttriums durch Praseodym, und des Neodyms durch Erbium bringt eine sehr grosse Zunahme im Molekularvolum hervor.

Die topischen Axenverhältnisse.

Die folgenden mit χ , ψ und ω bezeichneten Werthe für die Sulfate dieser Reihe erhält man durch Anwendung der Formeln, die auf S. 402 und 403 gegeben worden sind.

	χ	ψ	ω
$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	40,7370	3,5454	7,1235
	Diff. 1100	Diff. 870	Diff. 4394
$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	40,8470	3,6324	7,2629
	Diff. 10	Diff. 77	Diff. 64
$Nd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	40,8480	3,6404	7,2693
	Diff. 4460	Diff. 1096	Diff. 2463
$Er_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	41,2940	3,7497	7,5456

Aus diesen Werthen geht hervor, dass mit steigendem Molekulargewicht die Entfernung der Centren der Krystallelemente längs der krystallographischen Axen stets eine grössere wird. Um dies etwas übersichtlicher zu machen, sind sämmtliche in obiger Tabelle gegebenen Zahlen nach dem Vorschlage Tutton's¹⁾ durch den Werth für ψ des Yttriumsulfats dividirt worden. Dadurch werden die Verhältnisse nicht verändert, sondern nur scheinbar einfachere Zahlen erhalten, die sich auf die ψ -Axe des Yttriumsulfates als Einheit beziehen, während in der obigen Tabelle die Einheit, wie sie von Kraus und Mez²⁾ definirt worden ist, zu Grunde liegt.

Die so erhaltenen Werthe, welche ich mit χ' , ψ' und ω' bezeichne, sind:

	χ'	ψ'	ω'
$Y_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	3,0284	1,0000	2,0092
	Diff. 311	Diff. 245	Diff. 393
$Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	3,0595	1,0245	2,0485
	Diff. 4	Diff. 22	Diff. 18

1) Diese Zeitschr. 1895, **24**, 28.

2) Ebenda 1901, **34**, 389 f.

	χ'	ψ'	ω'
$Nd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	3,0596	4,0267	2,0503
	Diff. 4260	Diff. 309	Diff. 695
$Er_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	3,1856	4,0576	2,1198

Daraus ist zu schliessen, dass durch successive Substitution des Yttriums durch Praseodym, Neodym und Erbium das Molekularvolum grösser wird und zwar so, dass es sich nach allen drei Richtungen der krystallographischen Axen ausdehnt. Diese Veränderungen sind auch um so bedeutender, je grösser die Differenz der Molekulargewichte ist.

III. $R_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$.

Die Cer- und Lanthansalze dieser isomorphen Reihe gehören dem hexagonalen Krystallsysteme an. Sie sind bereits von Marignac¹⁾ gemessen worden. Marignac aber berichtet, dass die untersuchten Krystalle klein und nicht gut ausgebildet waren, so dass er die Messungen nicht mit grosser Genauigkeit durchführen konnte. Er hatte das Lanthansalz zuerst als rhombisch aufgefasst, aber später wies Des Cloizeaux²⁾ darauf hin, dass dieses Sulfat einaxig ist und dem hexagonalen Krystallsysteme angehört.

Im Jahre 1874 hat Topsöe³⁾ das Lanthansulfat wieder gemessen, giebt aber an, dass die von ihm erhaltenen Krystalle sehr kleine Nadeln waren, an denen gewöhnlich keine bestimmbar Endflächen vorkamen, dass er aber an zwei Individuen annähernde Messungen vornehmen konnte. Marignac's Messungen wiesen auch Differenzen von 20'—30' auf.

Da das mir zur Verfügung gestellte Material, nämlich Lanthan-Ammoniumnitrat und Cer-Ammoniumnitrat, sehr rein war, wurden die zwei Sulfate dieser Reihe wieder dargestellt und krystallographisch untersucht.

Lanthansulfat $La_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$.

Wenn man entwässertes Lanthansulfat, $La_2(SO_4)_3$, bei einer Temperatur von 40° C. in Wasser auflöst und dann bei gewöhnlicher Temperatur dem Verdunsten an der Luft überlässt, so scheiden sich Krystalle mit dem oben angegebenen Wassergehalte ab. Diese Krystalle sind ziemlich klein, vollkommen farblos und durchsichtig. Wenn das Verdunsten zu rasch vor sich geht, so entstehen sehr dünne, nadelförmige Krystalle, die sich öfters zu radialfaserigen Aggregaten zusammenhäufen.

Die Krystalle weisen meistens die einfache Combination von einem

1) Recherches sur les formes cristallines de quelques composés chimiques, Genève 1855, 34.

2) Annales des Mines (5), 14.

3) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, 2, No. 5, 24.

Prisma erster Art, $m\{10\bar{1}0\}$, mit einer Pyramide erster Art, $o\{10\bar{1}1\}$, auf. Die Messungen der Prismenflächen lieferten nicht so genaue Resultate, wie die der pyramidalen Flächen. Diese letzteren waren ohne Ausnahme gut entwickelt und gaben ausserordentlich scharfe Reflexe. An einigen Krystallen wurde noch das Prisma zweiter Art, $p\{11\bar{2}0\}$, beobachtet. Die Flächen dieses Prismas sind aber stets klein. Diese Form ist nicht von Marignac beobachtet worden. Fig. 15 stellt die Combination dieser drei Formen dar.

Das von mir festgestellte Axenverhältniss weicht beträchtlich von dem früher von Marignac berechneten ab, wie die hier folgende Vergleichung zeigt.

$$\text{Marignac} \quad a : c = 4 : 0,7430$$

$$\text{Kraus} \quad a : c = 4 : 0,7356$$

Wie später bei Besprechung der Aetzfiguren dieser Reihe gezeigt werden soll, gehört dieses Salz nicht, wie früher angenommen, der dihexagonal-bipyramidalen Klasse, sondern der hexagonal-bipyramidalen an.

Messungen konnten an sieben Krystallen ausgeführt werden. In der folgenden Tabelle sind die Resultate dieser Messungen zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet:		
		Kraus:	Marignac:	Topsøe:
$o : o = (10\bar{1}1) : (\bar{1}011) =$	—	*80°44'	80°45' 1)	80°34'
$o : o = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)$	37°56'	37 54	37 50 2)	37 22
$m : o = (10\bar{1}0) : (01\bar{1}1)$	74 7	74 4½	—	—
$p : o = (11\bar{2}0) : (01\bar{1}1)$	55 54	55 50½	—	—
$o : o = (01\bar{1}1) : (1\bar{1}01)$	68 42	68 7½	—	—

Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

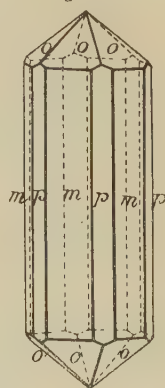
Optisch einaxig. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach.

Cersulfat $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Sehr schöne, kleine, vollkommen durchsichtige, farblose Krystalle von dieser Zusammensetzung erhält man, wenn man eine Lösung von Cersulfat, $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$, in Wasser bei einer Temperatur von 40°—50° C. an der Luft verdunsten lässt. Die gewöhnliche Combination, welche die Krystalle zeigen, besteht, gerade wie bei dem entsprechenden Lanthansulfate, aus einem Prisma erster Art, $m\{10\bar{1}0\}$ und einer Pyramide derselben Art, $o\{10\bar{1}1\}$. Auch kommen Combinationen vor, wo nur das Prisma und die Basis

Fig. 15.

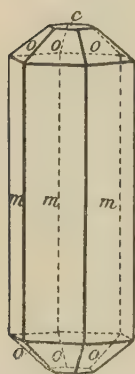


1) Mittel aus 80°30' und 84°0'.

2) Mittel aus 37°40' und 38°0'.

$c\{0004\}$ auftreten. Nicht sehr selten treten alle drei Formen zusammen auf, wie dies Fig. 46 zeigt. Das Prisma zweiter Art, welches bei dem Lanthansalze auftritt, war nicht zu beobachten.

Fig. 46.



Wenn die Krystallisation zu rasch erfolgt, so entstehen, wie dies auch bei dem Lanthansalze der Fall war, nadelförmige Krystalle, die sich zu krystallographischen Untersuchungen nicht eignen. Wenn dagegen das Verdunsten einigermaßen langsam vor sich ging, entstanden immer wohlausgebildete Individuen, an denen die Prismenflächen nicht so genau zu messen waren, wie die meist sehr kleinen pyramidalen Flächen, deren Reflexe stets auf das Genaueste eingestellt werden konnten.

Dieses Cersulfat ist schon von Marignac¹⁾ gemessen worden. Seine Beobachtungen weichen etwas von den meinigen ab, wie aus der Vergleichung der Axenverhältnisse zu sehen ist.

$$\text{Marignac} \quad a : c = 4 : 0,73100$$

$$\text{Kraus} \quad a : c = 4 : 0,72958$$

Dieses Salz gehört ebenfalls der hexagonal-bipyramidalen Klasse an.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet.	
		Kraus:	Marignac:
$o : o = (10\bar{1}1) : (\bar{1}011) =$	—	$*80^{\circ}13\frac{1}{2}'$	$80^{\circ}20'$
$o : o = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)$	$37^{\circ}35'$	37 34	37 30
$m : o = (10\bar{1}0) : (01\bar{1}1)$	$71^{\circ}42\frac{1}{2}'$	71 44	—
$o : o = (01\bar{1}1) : (1\bar{1}01)$	$67^{\circ}50'$	67 50	—
$o : c = (10\bar{1}1) : (0004)$	$40^{\circ}6\frac{3}{4}'$	40 6	—

Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Optisch einaxig. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Schwache Doppelbrechung.

Aetzung der zwei Sulfate.

Da sich diese zwei Sulfate am leichtesten in Wasser bei 4° C. auflösen und immerhin bei dieser Temperatur noch ziemlich schwer löslich sind, so erwies sich Wasser bei gewöhnlicher Temperatur als ein gutes Aetzmittel. Wenn man die Krystalle während zwei oder drei Minuten in Wasser eintaucht, so entstehen sehr gute Aetzfiguren. Diese Figuren sind auf den Prismenflächen nicht so gut zu beobachten, wie auf den meist sehr kleinen Pyramidenflächen, auf denen die Aetzfiguren mit ausserordent-

1) Archives des Sciences de la Bibliothèque Universelle, Mars 1873.

licher Schärfe hervortreten. Die Figuren sind von asymmetrischer Gestalt, wie die Fig. 17 zeigt.

Da die Krystalle sehr klein waren, war es sehr schwer zu constatiren, ob diese asymmetrischen Aetzfiguren auf allen Flächen der Pyramiden in der gleichen Richtung zugeschärft waren oder nicht. Es ist mir endlich gelungen festzustellen, dass auf

den sämtlichen sechs Pyramidenflächen die Aetzfiguren immer nach derselben Richtung zugeschärft waren. Die Anordnung dieser Aetzfiguren auf den sechs Pyramidenflächen zeigt Fig. 17.

Die Aetzfiguren der beiden Salze waren von ganz analoger Form und Stellung und immer, wie schon erwähnt, in derselben Richtung zugeschärft. Diese Anordnung deutet auf die hexagonal-bipyramidale Klasse hin. Diese beiden Salze wurden früher der dihexagonal-bipyramidalen Klasse zugeschrieben, da aus ihrer Ausbildung keine anderen Schlüsse gezogen werden konnten.

Vergleichung der Winkel dieser zwei Sulfate.

Diese hexagonalen Sulfate des Lanthans und Cers sind unzweifelhaft mit einander vollkommen isomorph, wie dieses eine Vergleichung der Winkel dieser Salze zeigt.

In der folgenden Tabelle sind die Hauptwinkel dieser Salze, wie sie von mir beobachtet worden sind, zusammengestellt.

	Schwefelsaures Lanthan:	Schwefelsaures Cerium:
$o : o = (10\bar{1}1) : (\bar{1}011) = 80^{\circ}41'$		$80^{\circ}43\frac{1}{2}'$
$o : o = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)$	$37\ 51$	$37\ 34$
$m : o = (10\bar{1}0) : (01\bar{1}1)$	$71\ 4\frac{1}{2}$	$71\ 44$
$o : o = (01\bar{1}1) : (\bar{1}011)$	$68\ 7\frac{1}{2}$	$67\ 50$

Die Molekularvolumina der zwei Sulfate.

Die unten angeführten Bestimmungen des specifischen Gewichtes wurden sämtlich mittelst der Mohr-Westphal'schen Wage und Methylenjodid gemacht. Diese Bestimmungen sind Mittelwerthe aus mehreren Beobachtungen.

Das specifische Gewicht des Cersalzes ist bis jetzt noch nicht bestimmt worden. Topsøe¹⁾ hatte schon das specifische Gewicht des Lanthansulfates zu 2,827 bestimmt, welche Zahlen gut mit dem von mir gefundenen Werthe übereinstimmten.

1) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, 2, No. 5, 21.

Die Beobachtungen wurden bei 46° C. gemacht.

	Molekular- gewicht:	Specificsches Gewicht:	Molekular- volum:
Lanthansulfat	726,342	2,824	257,48
Cersulfat	730,342	2,834	257,97

Da diese zwei Sulfate beinahe die gleichen Molekular- und specifischen Gewichte haben, so muss das Molekularvolum der beiden Salze beinahe dasselbe sein, was aus den gefundenen Zahlen zu sehen ist. Mit steigendem Molekulargewichte nimmt das specifische Gewicht und auch das Molekularvolum zu.

Die topischen Axenverhältnisse.

Um die topischen Axen der Krystalle des hexagonalen Krystallsystems zu berechnen, dienen folgende Formeln:

$$\chi = \psi = \sqrt[3]{\frac{4V}{3c \sin 60^\circ}} = \frac{\sqrt[3]{V}}{c \sin 60^\circ},$$

$$\omega = \chi c = \psi c = \sqrt[3]{\frac{4c^2 V}{3 \sin 60^\circ}} = \frac{\sqrt[3]{V c^2}}{\sin 60^\circ}.$$

Es ergeben sich dann folgende Werthe:

	$\chi = \psi$	ω
Lanthansulfat	8,4376	5,9860
	Diff. + 276	Diff. — 288
Cersulfat	8,4652	5,9572

Aus diesen topischen Axenverhältnissen geht unmittelbar hervor, dass durch das Eintreten von Cer an der Stelle von Lanthan in das Molekül eine wesentliche Aenderung der Entfernungen zwischen den Centren der Krystallelemente entlang der morphologischen Axen stattfindet. Die Entfernungen in den Richtungen der *a*-Axe nehmen mit dem steigenden Molekulargewichte des Moleküls zu. Längs der *c*-Axe wird die Entfernung zwischen den Schwerpunkten der Krystallelemente wesentlich kleiner. Das Molekularvolum des schwereren Salzes ist aber doch gestiegen. Diese Zunahme in dem Molekularvolum ist freilich nicht eine sehr grosse, wie schon oben gezeigt worden ist. Demgemäss ist das hexagonale Raumgitter für das Cersulfat ein kürzeres und dickeres, als dasjenige für das entsprechende Lanthansalz.

IV. $\overset{\text{III}}{\text{R}}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Das Cer-Ammoniumsals, sowie auch die entsprechende Lanthanverbindung dieser isomorphen Reihe, welche dem monoklinen Krystallsysteme angehören, wurden dargestellt und näher untersucht. Das Lanthan-Ammo-

niumsulfat ist von Marignac¹⁾ untersucht worden, aber die von ihm gemessenen Krystalle waren nicht gut entwickelt und sehr klein, so dass demgemäss seine Messungen nur sehr approximativ sind. Marignac's Beobachtungen schwanken von ein bis drei Grad, daher hatte er das Axenverhältniss nicht feststellen können.

Im Jahre 1894 hatte Wyrouboff²⁾ das entsprechende Gersalz dargestellt und krystallographisch untersucht. Wyrouboff berichtet aber, dass, obgleich die Krystalle von beträchtlicher Grösse waren, sämtliche Flächen stark gestreift waren, und infolgedessen sind auch seine Beobachtungen nicht sehr zuverlässig.

Die von mir durch sehr langsames Verdunsten an der Luft erhaltenen Krystalle waren zum grössten Theile wohlausgebildet, und ziemlich befriedigende Resultate wurden erzielt. Die einzelnen Verbindungen sollen jetzt näher besprochen werden.

Lanthan-Ammoniumsulfat $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Krystalle von dieser Zusammensetzung erhält man, wenn Ammoniumsulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, im Ueberschusse zu einer wässrigen Lösung von Lanthansulfat, $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$, gegeben und dann diese Lösung der beiden Sulfate dem freiwilligen Verdunsten an der Luft überlassen wird. Die so erhaltenen Krystalle sind vollkommen farblos, durchsichtig und von beträchtlicher Grösse. Dieselben sind meistens wohlausgebildet, indem die vier Prismenflächen $m\{110\}$ von ungefähr gleicher Grösse sind. Die Flächen von $q\{011\}$ sind ohne Ausnahme gut entwickelt und stets gleich gross. Zu der Combination dieser Formen treten noch $a\{100\}$ und $b\{010\}$, welche Formen aber nicht sehr gross sind, so dass die Krystalle nicht sehr dick sind. Fig. 48 stellt eine Combination von diesen Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $a\{100\}$ und $b\{010\}$, dar. Die Flächen der Prismenzone sind hier und da etwas gestreift. Im Allgemeinen geben die sämtlichen Formen sehr befriedigende Resultate.

Die Zusammenstellung der Messungen ist in der folgenden Tabelle gegeben.

Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 0,35086 : 1 : 0,91445; \quad \beta = 97^\circ 36'.$$

1) Recherches sur les formes cristallines de quelques composés chimiques, Genève 1855, 52.

2) Bull. soc. franç. d. Min. 1894, 14, 83. Ref. diese Zeitschr. 1892, 22, 282.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$*38^{\circ} 24\frac{1}{2}'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1}) =$	—	$*84 \quad 7$
$m' : q = (\bar{1}10) : (011) =$	—	$*82 \quad 41$
$m : q = (110) : (011) =$	$74^{\circ} 48'$	$71 \quad 50$
$a : q = (100) : (011) =$	$84 \quad 22$	$84 \quad 16$

Nach $b\{010\}$ herrscht eine sehr vollkommene Spaltbarkeit.

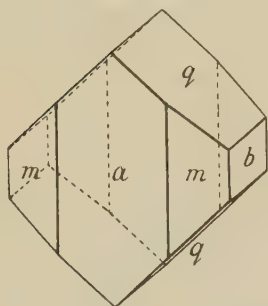
Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene. Die erste Mittellinie ist fast senkrecht zu $a\{100\}$. Schwache Doppelbrechung.

Eine weitere optische Untersuchung konnte nicht durchgeführt werden, da dieses Salz an der Luft ziemlich schnell trübe wird.

Cer-Ammoniumsulfat $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Diese Verbindung wurde in Krystallen von beträchtlicher Grösse in ganz analoger Weise dargestellt, wie dies bei dem eben beschriebenen Lanthansalze geschehen ist. Die vollkommen farblosen, durchsichtigen Krystalle, die meistens kurz und ziemlich dick waren, weisen die gleichen Formen auf, wie bei der Lanthanverbindung, nämlich: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $a\{100\}$ und $b\{010\}$. Die Prismenflächen bei diesem Salze sind nicht so gross ausgebildet, wie dies der Fall bei dem Lanthan-Ammoniumsulfat war, dagegen sind aber $a\{100\}$ und $b\{010\}$ bedeutend grösser. Während die Krystalle des Lanthansalzes meistens dünn waren, sind diese dadurch charakterisirt, dass sie gewöhnlich ziemlich dick sind. Fig. 49 zeigt eine Combination von den beobachteten Formen.

Fig. 49.



Wie schon erwähnt, hat Wyrouboff¹⁾ Krystalle von dieser Zusammensetzung gemessen, aber er giebt an, dass sämmtliche Flächen stark gestreift waren. Bei den von mir erhaltenen Krystallen war dies nicht der Fall, gewöhnlich waren alle Flächen gut spiegelnd, und nur selten zeigten die Flächen der Prismenzone eine geringe Streifung. Weil die von ihm untersuchten Krystalle eine so starke Streifung zeigten, glaubt Wyrouboff, dass die Krystalle aus Zwillinglamellen nach $b\{010\}$ aufgebaut seien. Bei meinen Untersuchungen war es nicht möglich, einen Grund für diese Vermuthung zu finden, und daher stelle ich diese Verbindung, wie dies auch bei dem vollkommenen isomorphen Lanthansalze geschehen ist, zu der prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems. Auf die Symmetrieverhältnisse dieser Reihe soll bei der Besprechung der Aetzfiguren näher eingegangen werden.

1) Bull. soc. franc. d. Min. 4894, 14, 83. Ref. diese Zeitschr. 1892, 22, 282.

Die Messungen wurden an mehreren wohlausgebildeten Individuen, die verschiedenen Krystallisationen angehörten, ausgeführt und gaben gut übereinstimmende Resultate.

Dass die Beobachtungen Wyruboff's beträchtlich von den meinigen abweichen, zeigt die Vergleichung der Axenverhältnisse.

$$\text{Wyruboff} \quad a : b : c = 0,3504 : 4 : 0,9254; \quad \beta = 96^{\circ} 26'$$

$$\text{Kraus} \quad a : b : c = 0,3598 : 4 : 0,9340; \quad \beta = 97^{\circ} 15'$$

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet.	
		Kraus:	Wyruboff:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*39° 17'	38° 22'
$m : q = (110) : (011)$	—	*71 36	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	*85 38	85 36
$m' : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$	84° 53'	84 51	82 42
$a : q = (100) : (011)$	84 44	84 37	—

Nach $b\{010\}$ herrscht eine höchst vollkommene Spaltbarkeit.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene und die erste Mittellinie ist fast senkrecht zu $a\{100\}$.

Der scheinbare Axenwinkel in Glas für Natriumlicht, gemessen in dem Adams'schen Apparate, beträgt $60^{\circ} 26'$.

Schwache Dispersion; $\rho < \nu$.

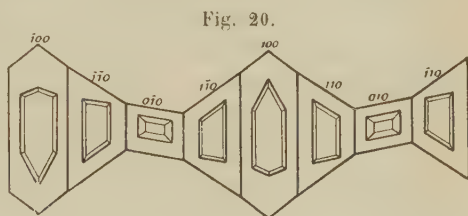
Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach.

Aetzung der zwei Sulfate.

Die zwei Verbindungen dieser Reihe sind ziemlich leicht löslich in Wasser, und daher ist eine Eintauchung während zwei oder drei Secunden in kaltes Wasser vollkommen genügend, um sehr schöne Aetzfiguren zu erzeugen. Die Figuren waren

bei den beiden Salzen von analoger Gestalt und in genau gleicher Stellung. Fig. 20 zeigt diese Aetzfiguren auf sämtlichen Flächen der Prismenzone. Die Anordnung dieser Figuren deutet unzweifelhaft auf die prisma-

tische Klasse des monoklinen Krystallsystems hin, da ausser einer Symmetrieebene noch eine zweizählige Symmetrieaxe vorhanden ist. Durch die Anordnung dieser Aetzfiguren wird der Beweis geliefert, dass die Krystalle dieser Reihe einfache sind und nicht, wie Wyruboff meint, aus Zwillingslamellen aufgebaut.



Die Aetzfiguren, wie sie hier dargestellt sind, repräsentiren diejenigen des Cer-Ammoniumsulfates, aber wie schon gesagt, waren die des Lanthansulfates ganz analog.

Vergleichung der Winkel der beiden Sulfate.

Dass diese zwei Doppelsalze des Lanthans und Cers unzweifelhaft mit einander vollkommen isomorph sind, zeigt die Vergleichung der von mir beobachteten Winkel, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

	Lanthan-Ammonium- sulfat:	Cer-Ammonium- sulfat:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 38^{\circ}24\frac{1}{2}'$		$39^{\circ}47'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	$84^{\circ}7'$	$85^{\circ}38'$
$m' : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$	$82^{\circ}44'$	$84^{\circ}51'$
$m : q = (110) : (011)$	$74^{\circ}50'$	$74^{\circ}36'$
$a : q = (100) : (011)$	$84^{\circ}46'$	$84^{\circ}37'$

Die Molekularvolumina.

Wie bei den anderen Verbindungen, wurde auch hier das specifische Gewicht mittels der Mohr-Westphal'schen Wage und Methylenjodid bestimmt. Bis jetzt sind keine Beobachtungen über die specifischen Gewichte dieser beiden Sulfate gemacht worden. Sämmtliche Beobachtungen wurden bei einer Temperatur von $46\frac{3}{4}^{\circ}$ C. gemacht. Die angeführten Zahlen sind Mittelwerthe aus mehreren Bestimmungen.

	Molekular- gewicht:	Specifisches Gewicht:	Molekular- volum:
Lanthan-Ammoniumsulfat	928,504	2,516	368,47
	Diff. 4,0	Diff. 0,007	Diff. 1,98
Cer-Ammoniumsulfat	932,504	2,523	370,45

Durch das Eintreten von Cer an der Stelle von Lanthan in das Molekül wird das Molekulargewicht etwas grösser, das specifische Gewicht nimmt auch zu, und die Molekularvolumina der beiden Körper stehen in gleichen Verhältnisse zu einander.

Die topischen Axenverhältnisse.

Die topischen Axen für diese Reihe isomorpher Sulfate lassen sich mittelst der Formeln für das monokline Krystallsystem leicht berechnen und sind in der folgenden Tabelle gegeben.

	χ	ψ	ω
Lanthan-Ammoniumsulfat	3,6850	40,5030	9,6048
	Diff. + 55	Diff. — 1060	Diff. + 1057
Cer-Ammoniumsulfat	3,6905	40,3970	9,7105

Aus diesen Zahlen folgt, dass bei diesen Sulfaten die Ersetzung von Lanthan durch Cer eine wesentliche Aenderung der Entfernungen zwischen den Centren der Krystallelemente hervorbringt. In den Richtungen der krystallographischen Axen a und c sind bei dieser Substitution die Entfernungen aneinander liegender Bausteine grösser geworden. Längs der a -Axe ist diese Zunahme nicht sehr beträchtlich. Eine sehr wesentliche Zunahme ist aber in der Richtung der c -Axe zu constatiren. Die grösste Aenderung der Entfernung zwischen den Centren der Krystallelemente ist jedoch in der Richtung der b -Axe wahrzunehmen, und zwar ist die Aenderung eine Abnahme.

V. Thoriumsulfat $\text{Th}(\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Marignac¹⁾, Nordenskiöld²⁾, Topsøe³⁾ und Rammelsberg⁴⁾ haben diese Verbindung des Thoriums krystallographisch untersucht, aber da das angewandte Material wahrscheinlich nicht sehr rein war, differiren ihre Beobachtungen sehr untereinander. In letzter Zeit hat Fock⁵⁾ dieses Salz wieder gemessen, aber die von ihm untersuchten Krystalle waren ohne Ausnahme aus Zwillingslamellen aufgebaut, und daher war er nicht in Stande, befriedigende Resultate zu erhalten. Deshalb theilte Fock keine Messungen mit.

Als Ausgangsmaterial wurde von mir ein reines Thoriumnitrat angewandt. Eine wässrige Lösung von diesem Salze wurde mit Schwefelsäure zersetzt und dann etwas concentrirt und dem freiwilligen Verdunsten an der Luft bei einer Temperatur von 40° — 45° C. überlassen. Die Krystalle, die sich abschieden, sind vollkommen farblos, durchsichtig und sehr luftbeständig.

Im Ganzen wurden neunzehn wohlausgebildete Individuen, die verschiedenen Krystallisationen angehörten, ausgelesen und näher untersucht. Unter diesen neunzehn Krystallen befanden sich zehn einfache, die anderen waren Zwillinge nach $a\{100\}$. Alle einfachen Krystalle gaben sehr befriedigende Messungen, und daher wurden nur die Beobachtungen, welche an diesen Krystallen gemacht worden sind, benutzt, um das Axenverhältniss festzustellen. Diese Krystalle weisen eine Combination von $m\{140\}$, $c\{001\}$, $a\{001\}$, $q\{011\}$ und $b\{010\}$ auf. An einigen Krystallen fehlte $b\{010\}$. Die Prismenflächen waren gewöhnlich am grössten entwickelt. Die Basis ist

1) Archives des sciences physiques et naturelles 1863, **18**, 345.

2) Pogg. Ann. **119**, 50.

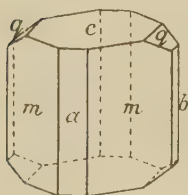
3) Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handling. 1874, **2**, No. 5, 32.

4) Krystallographisch-physikalische Chemie 1884, **1**, 444; auch Berichte der Akad. Berlin 1886, 603. Ref. diese Zeitschr. 1889, **15**, 640.

5) Diese Zeitschr. 1899, **32**, 252.

ebenfalls ziemlich gross, während die anderen Flächen zurücktreten. Fig. 21 stellt den gewöhnlichen Habitus dieser einfachen Krystalle von der angegebenen Combination dar.

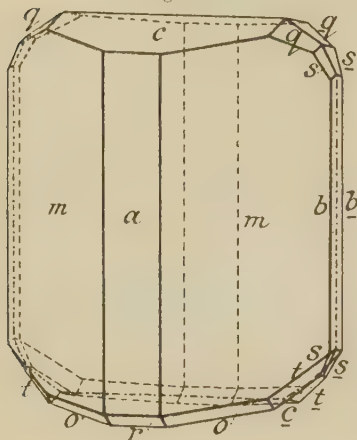
Fig. 21.



Die Flächen der Prismenzone bei den Zwillingen waren mehr oder minder gestreift, und daher wurden diese Messungen bei der Berechnung des Axenverhältnisses gar nicht berücksichtigt. An diesen Zwillingskrystallen treten noch die Formen $r\{10\bar{1}\}$, $o\{11\bar{1}\}$, $t\{12\bar{1}\}$ und $s\{031\}$ hinzu. Diese sämtlichen Formen mit Ausnahme von $r\{10\bar{1}\}$ sind zum ersten Male von

mir an Thoriumsulfat beobachtet worden. Dieselben waren meistens klein und im Allgemeinen gaben sie sehr gut übereinstimmende Messungen. Fig. 22 stellt einen Zwilling mit den sämtlichen beobachteten Formen dar. Zwillingssebene ist $a\{100\}$. Die Zwillinge sind sehr oft tafelförmig nach einem Flächenpaare von $m\{110\}$. Durchkreuzungszwillinge kommen ebenfalls häufig vor.

Fig. 22.



Das Axenverhältniss, welches von Nordenskiöld aufgestellt worden ist, wurde bis jetzt als das zuverlässigste angesehen. Dasselbe weicht merklich von dem von mir berechneten ab, wie dieses die Vergleichen zeigt. Noch mehr weicht das von Topsøe aufgestellte ab. Topsøe

theilt mit, dass seine Messungen sehr schwankend waren und daher unsicher sind.

Nordenskiöld $a : b : c = 0,5980 : 1 : 0,6580$; $\beta = 98^\circ 10'$

Topsøe $a : b : c = 0,5953 : 1 : 0,6854$; $\beta = 98^\circ 20'$

Kraus $a : b : c = 0,5972 : 1 : 0,6667$; $\beta = 98^\circ 17'$

Die Resultate meiner Messungen, sowie auch die Beobachtungen der anderen Forscher sind in der folgenden Tabellen zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet.				
		Kraus: Topsøe:		Norden- skiöld:	Ma- rignac:	Rammels- berg:
$a : m = (100) : (110) =$	—	$30^\circ 35'$	$30^\circ 23'$	$30^\circ 27'$	$30^\circ 30'$	$30^\circ 35'$
$c : a = (004) : (100)$	—	$84^\circ 43'$	$84^\circ 36'$	—	$84^\circ 40'$	$84^\circ 30'$
$c : q = (004) : (011)$	—	$33^\circ 25'$	$33^\circ 42'$	$33^\circ 3'$	—	$33^\circ 47\frac{1}{2}'$
$c : m = (004) : (110)$	$82^\circ 53'$	$82^\circ 55'$	$83^\circ 38'$	—	—	—
$c : r = (00\bar{1}) : (10\bar{1})$	$52^\circ 46\frac{1}{2}'$	$52^\circ 44'$	$54^\circ 24'$	—	—	—

	Berechnet:	Beobachtet.					
		Kraus:	Topsöe:	Norden- skiöld:	Ma- rignac:	Rammels- berg:	
$c : o = (001) : (111) = 56^{\circ} 53'$		56° 49'	—	—	—	—	
$r : t = (10\bar{1}) : (12\bar{1})$	43 52	43 43	—	—	—	—	
$r : o = (10\bar{1}) : (11\bar{1})$	25 26	25 23	—	—	—	—	
$m : q = (110) : (011)$	67 20	67 29	—	—	—	—	
$a : q = (100) : (011)$	83 6	83 10	81° 38'	—	—	—	
$q : t = (01\bar{1}) : (12\bar{1})$	44 47	44 44½	—	—	—	—	
$s : t = (03\bar{1}) : (12\bar{1})$	35 40½	35 40½	—	—	—	—	
$e : s = (001) : (031)$	63 26	63 25½	—	—	—	—	
$a : o = (100) : (11\bar{1})$	50 43	50 45½	—	—	—	—	
$q : m = (011) : (\bar{1}10)$	79 50	79 55½	79 14	—	—	—	
$a : t = (100) : (12\bar{1})$	59 39	59 25	—	—	—	—	

Nach $q\{011\}$ und $b\{010\}$ herrscht eine sehr gute Spaltbarkeit. Nach $c\{001\}$ ist eine minder gute Spaltbarkeit wahrzunehmen.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu der Symmetrieebene. Die erste Mittellinie liegt in dem spitzen Winkel β .

Der scheinbare Axenwinkel für Natriumlicht, gemessen in Glas mittelst des Adams'schen Apparates, beträgt $53^{\circ} 3'$.

Schwache Dispersion; $q < v$.

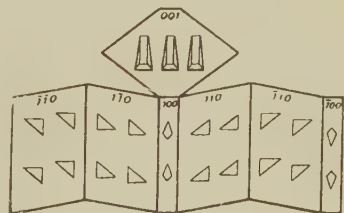
Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Das spezifische Gewicht wurde mittelst der Mohr-Westphal'schen Wage und Methylenjodid bei einer Temperatur von 16°C. zu 2,766 bestimmt. Diese Bestimmung ist das Mittel aus fünf Beobachtungen und stimmt sehr genau mit dem von Topsöe gefundenen Werthe 2,767 überein.

Aetzung des Thoriumsulfates.

Dieses Sulfat ist nicht sehr schwer löslich in Wasser, konnte jedoch bei sehr kurzem Eintauchen leicht damit geätzt werden. Nach wenigen Sekunden sind schöne Aetzfiguren entstanden, deren Ausbildung und Anordnung an den verschiedenen Flächen der Prismenzone und der Basis Fig. 23 deutlich zeigt. Aus der Anordnung dieser Figuren geht hervor, dass ausser einer Symmetrieebene noch eine zweizählige Symmetrieaxe vorhanden sein muss, daher ist auch dieses Salz des Thoriums der prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems zuzuschreiben.

Fig. 23.



Isomorphie mit Uranosulfat.

Rammelsberg¹⁾ hat zuerst gezeigt, dass das Thoriumsulfat vollkommen isomorph mit dem entsprechenden Uransulfat ist, indem er feststellte, dass das Uransulfat, dem man bisher acht Moleküle Krystallwasser zuschrieb und welches von De la Provostaye²⁾ und Rammelsberg selbst als rhombisch gemessen worden ist, neun Moleküle Krystallwasser enthält und dem monoklinen Krystallsysteme angehört, wie dies die Messungen Fock's³⁾ zeigen. Dass Thorium und Uran einander in Verbindungen vertreten können, wurde seitdem von Hillebrand und Melville³⁾ gezeigt, die darauf hinweisen, dass auch die Sulfate beider Metalle mit vier Molekülen Krystallwasser im Stande sind, Mischkrystalle zu bilden.

Eine Vergleichung der Axenverhältnisse und Winkel des von Fock gemessenen Uranosulfats mit neun Molekülen Krystallwasser mit denen des von mir untersuchten entsprechenden Thoriumsulfates zeigt, dass dieselben sehr grosse Aehnlichkeiten besitzen.

Thoriumsulfat $a : b : c = 0,5972 : 4 : 0,6667; \beta = 98^{\circ} 47'$

Uransulfat $a : b : c = 0,5970 : 4 : 0,6555; \beta = 97^{\circ} 49'$

	Thoriumsulfat:	Uransulfat:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	$61^{\circ} 40'$	$61^{\circ} 42'$
$c : m = (001) : (110)$	82 55	83 31
$q : b = (011) : (010)$	56 35	57 0
$c : a = (001) : (100)$	84 43	82 44
$m : q = (110) : (011)$	67 29	67 36

VI. $\overset{\text{III}}{\text{R}}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Marignac⁴⁾ hat die Lanthan- und Didymsalze dieser isomorphen Reihe krystallographisch untersucht. Seine Resultate waren nicht sehr befriedigend, da er nur im Stande war, das Axenverhältniss für das Lanthan-Ammoniumnitrat festzustellen. Dufet⁵⁾ hat ebenfalls das Lanthansalz näher untersucht und gut übereinstimmende Resultate erzielt, welche aber wesentlich von denen Marignac's abweichen. Da mir sehr reine Präparate dieser beiden Verbindungen zur Verfügung standen, wurden dieselben unkrystallisirt und krystallographisch untersucht. Das Didymsalz ist dimorph. Diese Substanz besitzt ausser der dem Lanthansalze isomorphen und dem monoklinen Krystallsysteme angehörigen Form noch eine zweite, welche dem trigonalen Krystallsysteme zuzuschreiben ist. Alle Versuche,

4) Berichte der Akad. Berlin 1886, 603. Ref. diese Zeitschr. 1889, **15**, 640.

2) Ann. Chem. Phys. **5** (3), 48.

3) Am. Chem. Journal 1892, **14**, 4. Ref. diese Zeitschr. 1894, **23**, 645.

1) Arch. sc. nat. 1873, Mars.

5) Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1888, **11**, 443, 245. Ref. diese Zeitschr. 1894, **18**, 444.

auch das isomorphe Lanthansalz in der zweiten Modification zu erhalten, waren erfolglos.

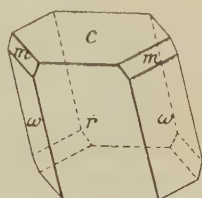
Lanthan-Ammoniumnitrat $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Dieses Salz wurde in Wasser gelöst und nach Zusatz von etwas verdünnter Salzsäure, um das Ausscheiden basischer Salze zu vermeiden, dem freiwilligen Verdunsten an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur überlassen. Die so erhaltenen Krystalle sind von beträchtlicher Grösse, vollkommen farblos und durchsichtig, aber nach kurzer Zeit werden sie an der Luft allmählich etwas trübe.

Die beobachteten Formen sind: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$ und $r\{101\}$. Die Formen wurden schon von Marignac und Dufet gemessen. Dazu tritt noch $a\{100\}$, welche Form bis jetzt an diesem Salze nicht beobachtet worden ist.

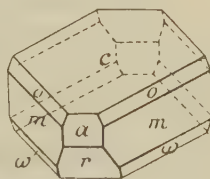
Die Krystalle kommen in zwei verschiedenen Typen des Habitus vor. Fig. 24 stellt den einen Typus dar. Es ist eine Combination von $\omega\{11\bar{1}\}$, $r\{101\}$, $c\{001\}$ und $m\{110\}$. Diese Krystalle sind nach $r\{101\}$ verlängert, welche Flächen am grössten entwickelt sind. $\omega\{11\bar{1}\}$ ist auch von beträchtlicher Grösse, dagegen $c\{001\}$ im Vergleiche mit den eben genannten Formen immer untergeordnet, aber doch stets viel grösser als $m\{110\}$, welche Form gewöhnlich am wenigsten entwickelt ist. Einige Krystalle von diesem Typus waren 2 cm lang und 4,5 cm breit.

Fig. 24.



Der zweite Typus des Habitus der Krystalle wird durch Fig. 25 gegeben. Hier treten $c\{001\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$, $r\{101\}$ und $a\{100\}$ in Combination auf. Diese Krystalle sind dicktafelförmig nach $c\{001\}$, welche Flächen stets sehr gross ausgebildet sind. $m\{110\}$ ist ebenfalls gross, während $o\{111\}$ und $\omega\{11\bar{1}\}$ klein sind. Die letztgenannten Formen sind gewöhnlich von gleicher Grösse. $r\{101\}$ und $a\{100\}$ sind öfters am kleinsten, jedoch sind sie nicht selten auch von beträchtlicher Grösse, wie dies Fig. 25 zeigt. Ein Krystall von diesem Typus war 3,5 cm lang und 3 cm breit.

Fig. 25.



Da die Krystalle an der Luft zerfliesslich sind, fielen die Messungen nicht sehr befriedigend aus. Die Axenverhältnisse, wie sie von Marignac, Dufet und mir berechnet worden sind, weichen beträchtlich von einander ab, wie dies die folgende Vergleichung zeigt.

Marignac	$a:b:c = 1,2480 : 1 : 2,1310$	$\beta = 112^\circ 50'$
Dufet	$a:b:c = 1,2434 : 1 : 2,0034$	$\beta = 113^\circ 15'$
Kraus	$a:b:c = 1,2475 : 1 : 2,1863$	$\beta = 112^\circ 36'$

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Berechnet:	Beobachtet.		
		Kraus:	Marignac:	Dufet:
$\omega : r = (11\bar{1}) : (10\bar{1}) =$	—	*50° 43'	50° 40'	50° 36'
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	78° 32'	*78 22	78 0	78 22
$c : \omega = (001) : (\bar{1}11)$	82 46	82 53	82 24	82 38
$c : m = (001) : (110)$	—	*75 27	75 45	74 50
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	98 6	97 49	98 6	97 33
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	81 54	82 8	81 40	81 48 ¹⁾
$c : o = (001) : (111)$	57 8	56 57	56 35	56 22
$c : a = (001) : (100)$	67 24	67 35	—	—
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	58 24 $\frac{1}{2}$	—	—	—

Eine vollkommene Spaltbarkeit herrscht nach $c\{001\}$.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. In dem Nörremberg'schen Apparate sind die optischen Axen durch $c\{001\}$ sichtbar. Die erste Axe bildet einen scheinbaren Winkel mit der Normalen auf $c\{001\}$ von 38° 18' nach hinten, die zweite Axe einen von 54° 2'. Die erste Mittellinie bildet mit der Normalen auf der Basis einen scheinbaren Winkel von 44° 10' nach hinten. Aus diesen Beobachtungen folgt, dass der scheinbare Axenwinkel in Luft für Natriumlicht 49° 44' ist. In dem Adams'schen Apparate wurde der scheinbare optische Axenwinkel in Glas für Natriumlicht zu 43° 3' bestimmt.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark.

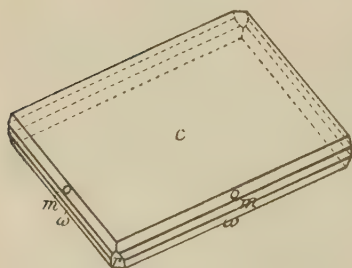
Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ.

Starke Dispersion der Axen; $\rho > \nu$.

Das spezifische Gewicht, welches mittelst der Mohr-Westpal'schen Wage bei einer Temperatur von 46 $\frac{1}{2}$ ° C. bestimmt worden ist, beträgt 2,135. Diese Zahlen sind das Mittel zweier Beobachtungen.

Didym-Ammoniumnitrat $\text{Di}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Fig. 26.



Durch sehr langsames Verdunsten an der Luft wurden aus einer wässrigen Lösung kleine Krystalle dieses Salzes erhalten, die sehr dünn und tafelförmig nach der Basis $c\{001\}$ ausgebildet waren. Die Krystalle waren durchsichtig und hatten eine röthliche Farbe. An der Luft sind sie ein wenig zerfliesslich.

Die folgenden Formen wurden beobachtet, nämlich: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$,

1) Berechnet.

$\pi\{\bar{1}12\}$, $m\{110\}$ und $r\{10\bar{1}\}$. Von diesen Formen ist die Basis stets sehr gross entwickelt. Die anderen Formen sind alle klein, und, mit Ausnahme von $r\{10\bar{1}\}$, von ungefähr gleicher Grösse. $r\{10\bar{1}\}$ ist immer sehr klein. Fig. 26 zeigt eine Combination von $c\{001\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$, $m\{110\}$ und $r\{10\bar{1}\}$.

Marignac¹⁾ hat diese Verbindung schon gemessen, und wenn man die Zertliesslichkeit dieser Krystalle berücksichtigt, so stimmen seine Messungen mit den von mir gemachten Beobachtungen ziemlich gut überein.

Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 1,2449 : 1 : 2,1186; \quad \beta = 113^{\circ} 4'.$$

		Berechnet:	Beobachtet.	
			Kraus:	Marignac:
$c : r = (001) : (\bar{1}01) =$	—		$*77^{\circ} 56\frac{1}{2}'$	$78^{\circ} 45'$
$r : \omega = (10\bar{1}) : (11\bar{1})$	—		$*50 \ 36$	$50 \ 40$
$c : m = (001) : (110)$	—		$*75 \ 6$	$75 \ 0$
$c : \omega = (001) : (\bar{1}11)$	$82^{\circ} 23'$	$82 \ 33$		$82 \ 20$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$98 \ 6$	$97 \ 56$		$98 \ 0$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$80 \ 55$	$84 \ 0$		—
$c : o = (001) : (111)$	$56 \ 20$	$56 \ 14\frac{1}{2}$		—
$c : \pi = (001) : (\bar{1}12)$	$64 \ 46$	$64 \ 55$		—

Eine gute Spaltbarkeit herrscht nach $c\{001\}$.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die erste Mittellinie bildet einen scheinbaren Winkel von ca. 43° – 44° nach hinten mit der Basis $c\{001\}$.

Starke Doppelbrechung.

Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ.

Die Dispersion der Axen ist ziemlich stark; $\varrho > \nu$.

Der scheinbare optische Axenwinkel ist sehr klein. Mittelt des Adams-chen Apparates wurde derselbe in Glas für Natriumlicht zu ca. 5° bestimmt.

Das spezifische Gewicht wurde bei einer Temperatur von $46\frac{1}{3}^{\circ}$ C. zu 2,406 bestimmt. Diese Beobachtung ist nicht als zuverlässig zu betrachten, da die Krystalle ziemlich viele Einschlüsse von Mutterlauge aufwiesen.

Weil beide Glieder dieser isomorphen Reihe leicht an der Luft zerfliessen und daher sämtliche Beobachtungen nicht mit grosser Genauigkeit auszuführen sind, ist an eine Berechnung der Molekularvolumina, sowie auch der topischen Axenverhältnisse dieser Reihe nicht zu denken.

Auch war es nicht möglich, Aetzfiguren zu erzeugen; aber bei diesen Untersuchungen wurde nichts beobachtet, was gegen die Symmetrieebedingungen der prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems, welcher diese beiden Verbindungen zugeschrieben worden sind, sprechen würde.

1) Arch. sc. nat. 1873, Mars.

Vergleichung der Winkel dieser Salze und Isomorphie mit Cer-Ammoniumnitrat.

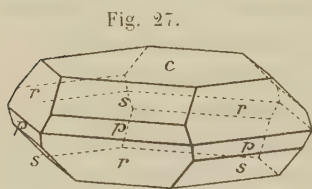
Vor einigen Jahren ist das entsprechende Cer-Ammoniumnitrat von Schmitz-Dumont dargestellt worden. Fock¹⁾ hat die von ihm erhaltenen Krystalle näher untersucht und fand, dass dieselben vollkommen isomorph mit den in dieser Abhandlung beschriebenen zwei Nitraten des Lanthans und Didyms sind. Um die grosse Aehnlichkeit der Hauptwinkel dieser drei Salze zu zeigen, sind die beobachteten Werthe derselben in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Lanthan-Ammoniumnitrat.	Cer-Ammonium-nitrat.	Didym-Ammonium-nitrat.
	Kraus:	Fock:	Kraus:
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$104^{\circ} 26'$	$104^{\circ} 3'$	$104^{\circ} 12'$
$m : c = (110) : (001)$	75 27	75 42	75 6
$r : c = (\bar{1}01) : (001)$	78 22	78 53	77 56½
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	97 49	97 48	97 56
$c : \omega = (001) : (\bar{1}11)$	82 53	82 30	82 33
$c : \bar{a} = (001) : (100)$	67 35	67 45½	66 59½

Didym-Ammoniumnitrat $\text{Di}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

Die trigonale Modification des Didym-Ammoniumnitrats besteht aus schönen, rosenrothen Krystallen, die vollkommen durchsichtig sind. Diese Modification bekommt man, wenn eine wässrige Lösung des Salzes dem freiwilligen Verdunsten an der Luft überlassen wird. Es ist mir nicht gelungen, die Temperaturgrenzen, innerhalb welcher die Bedingungen für die Abscheidung der einen oder der anderen Modification liegen, festzustellen.

Die beobachteten Formen sind: $c\{111\}$, $r\{100\}$, $s\{110\}$ und $p\{11\bar{1}\}$. Von diesen Formen ist $c\{111\}$ immer am grössten ausgebildet, da die Krystalle dicktafelförmig nach der Basis sind. Von den anderen Formen ist $r\{100\}$ stets am grössten entwickelt, während $p\{11\bar{1}\}$ am wenigsten ausgebildet ist. Fig. 27 stellt eine Combination der sämmtlichen beobachteten Formen dar.



Obzwar die Krystalle an der Luft zerfliesslich sind, gewähren die meisten Flächen ziemlich befriedigende Beobachtungen.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

1) Diese Zeitschr. 1894, 22. 37.

2) Berechnet.

Ditrigonal-skalenoëdrisch.

$$\alpha = \beta = \gamma = 80^{\circ} 8' \quad (a : c = 1 : 4,559).$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : r = (111) : (100) =$	\sim	$60^{\circ} 57'$
$c : s = (111) : (110)$	$42^{\circ} 0'$	$42 \ 10$
$c : p = (111) : (11\bar{1})$	$74 \ 29$	$74 \ 30$
$r : s = (100) : (110)$	$49 \ 43$	$49 \ 46$
$r : p = (100) : (11\bar{1})$	$56 \ 34$	$56 \ 42$

Eine gute Spaltbarkeit herrscht nach $r\{100\}$.

Optisch einaxig.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark.

Der Charakter der Doppelbrechung ist negativ.

Das specifische Gewicht bei $46\frac{1}{2}^{\circ}$ C. beträgt 2,257.

Obgleich viele verschiedene Versuche gemacht worden sind, ist es mir doch nicht gelungen, das entsprechende Lanthan-Ammoniumnitrat in dieser trigonalen Modification zu erhalten. Aber immerhin ist diese Reihe von Doppelsalzen als isodimorph aufzufassen.

An dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. P. Groth, unter dessen Leitung die Arbeit ausgeführt worden ist, für die grosse Bereitwilligkeit, mit welcher er mir jeden Beistand in der Ausführung derselben geleistet hat, meinen herzlichsten Dank aussprechen. Auch Herrn Prof. W. Muthmann, der mir das Material, welches zu dieser Arbeit nöthig war, mit grosser Liebenswürdigkeit zur Verfügung stellte, bin ich zu grossem Danke verpflichtet.

XXIV. Auszüge.

1. W. J. Pope (in London): **Triboluminescenz** (Nature 1899, **59**, 618).

A. S. Herschel (in Slough): **Triboluminescenz** (Ebenda 1899, **60**, 29).

Nach Pope verlieren die Krystalle des Orthobenzoesäuresulfimids (Saccharin) diese Eigenschaft nach mehreren Wochen; vollkommen reine Krystalle aus Aceton zeigen auch keine Luminescenz (vergl. diese Zeitschr. **25**, 567); die Eigenschaft rührt also von irgend welchen Verunreinigungen her.

Nach Herschel entwickeln Krystalle von Uraniumnitrat, wenn man sie zerdrückt, ein grünlichgelbes Licht; sie verlieren diese Eigenschaft nicht, und auch vollkommen reine Krystalle zeigen dieselbe. Feiner Staub und Körner (vermuthlich von Olivin und Bronzit und vielleicht auch Labradorit) des Meteoriten von Middlesborough entwickeln ebenfalls ein gelblichweisses Licht beim Erhitzen auf rothglühendem Eisen.

Ref.: H. A. Miers.

2. M. W. Travers (in London): **Ursprung der durch Erhitzen von Mineralien und Meteoriten entwickelten Gase** (Proc. Royal Society 1899, **64**, 130—142).

Viele Mineralien entwickeln H , CO , CO_2 , seltener auch Helium und Argon. Verf. hat früher gezeigt, dass dieses geschieht für die letzteren unter Entwicklung von Wärme (s. diese Zeitschr. **31**, 283). Erhitzt man Cleveit, so wird ein Gemenge von He , CO_2 , CO und H abgegeben; durch Zerlegung des Minerals mittelst Schwefelsäure erhält man zweimal so viel Helium.

Einigermassen ähnlich verhält sich Fergusonit. Verf. zieht daraus den Schluss, dass in den meisten Fällen, wo durch Erhitzung Gas entwickelt wird, dasselbe das Resultat der Zerlegung oder gegenseitigen Einwirkung der nichtgasförmigen Bestandtheile sei.

Ref.: H. A. Miers.

3. G. P. Bidder (in Cambridge): **Ueber Skelett und Klassifikation der Kalkspongien** (Ebenda 1898, **64**, 61—76).

Nach des Verfs. Ansicht sind die Spongiennadeln echte Krystalskelette, ähnlich denjenigen des Kaliumnitrats (s. Lehmann, Molekularphysik **1**, Fig. 99). Die Radien gehören verschiedenen Rhomboëdern an. [Entgegen dieser Meinung ist zu bemerken, dass die optische Axe nur selten symmetrisch zu den Radien steht. D. Ref.]

Ref.: H. A. Miers.

4. T. G. Bonney (in London): **Das Muttergestein des Diamanten in Südafrika** (Proc. Roy. Soc. 1899, **65**, 223. — Canadian Record of Science 1899, **8**, 95. — Geol. Mag. 1899 (4), **6**, 309. — Nature **60**, 620 (kurz). — Chem. News **80**, 3, 13).

Im »Blue Ground« der in Griqualand West, ungefähr 40 engl. Meilen NW. von Kimberley gelegenen Newlands Mine, hat man abgerundete Blöcke verschiedenartiger Gesteine gefunden, von welchen das häufigste ein Eklogit ist. In den Blöcken kommen zuweilen oktaëdrische Krystalle von Diamant als Bestandtheil des Eklogits vor. Letzterer besteht wesentlich aus Chromdiopsid und Pyrop, ferner sind gelegentlich auch Enstatit, ein brauner Glimmer und etwas Olivin vorhanden. Die Blöcke sind glatt abgeschliffen und offenbar lange Zeit durch fließendes Wasser abgerollt worden. Das Gestein, in dem sie liegen, ist dem bekannten »Blue Ground« von Kimberley ganz ähnlich.

Verf. hat zahlreiche Blöcke und Stücke der umliegenden Gesteine untersucht, und zieht daraus folgende Schlüsse:

a) Der Diamant ist nicht in situ im »Blue Ground« entstanden, sondern stammt aus einem schon früher existirenden Eklogitgesteine, von dem er einen Bestandtheil bildete, gerade wie der Enstatit und andere im »Blue Ground« vorkommende Mineralien.

b) Der »Blue Ground« ist nicht als ein zersetzter Peridotit aufzufassen (wie es Carvill Lewis gemeint hat), sondern er ist eine wirkliche Breccie, welche aus verschiedenen, durch vulkanische Thätigkeit zertrümmerten Gesteinen, darunter einem Conglomerat, welches Geröllstücke des diamantführenden Eklogits enthielt, entstanden ist.

Wenn die Eklogitblöcke (wie es möglich ist) aus dem die Karooschichten unterteufenden permischen oder permocarbonischen Dwyka-Conglomerat stammen, so wird die Entstehung des Eklogits und daher die des Diamanten weithin in die paläozoische Zeit zurückgeschoben.

Ref.: H. L. Bowman.

5. J. A. Ewing und **W. Rosenhain** (in Cambridge): **Mikrometallurgische Untersuchungen: 1. Spannungswirkungen** (Vorläufige Notiz) (Proc. Roy. Soc. 1899, **65**, 85).

Wenn man ein Stück polirtes und leicht geätztes Eisen einer Spannung unterwirft, tritt eine feine parallele Streifung zu Tage, welche auf den verschiedenen Krystallkörnern eine verschiedene Richtung hat. Diese Streifung rührt von einem Gleiten des Metalles nach schiefer zur Oberfläche gelegenen Gleitflächen her, auf die Weise, dass die polirten Flächen der Körner nicht mehr in einer Ebene, sondern treppenartig liegen. Die gleiche Erscheinung erzeugt auch der Druck. Gussnickel und Gold zeigen eine ähnliche, aber sehr feine Streifung.

Die plastische Ausdehnung der Metalle rührt also von einer krystallinischen Gleitung der Körner her.

Ref.: H. L. Bowman.

6. F. Clowes (in Nottingham): **Ausscheidung von Baryt als Cementmaterial in Sandstein** (Proc. Roy. Soc. 1899, **64**, 374. — Chem. News **79**, 409).

Die Bildungsweise des zu Bramcote und Stapleford bei Nottingham vorkommenden, 33—50 % Baryt enthaltenden Sandsteins (diese Zeitschr. **19**, 483) wird nunmehr erklärt durch die Auffindung von 0,04 % Chlorbaryum in einem benachbarten Quellwasser.

Ref.: H. L. Bowman.

7. J. H. Poynting und P. L. Gray (in Cambridge): **Ein Versuch, eine richtende Wirkung eines Quarzkrystalles auf einen zweiten nachzuweisen** (Trans. Roy. Soc. 1899, 192, 245).

Verff. haben sehr sorgfältige Versuche ausgeführt über die Torsionsdrehung einer kleinen, an einem Quarzfaden aufgehängten Quarzkugel in der nächsten Nähe einer grösseren Quarzkugel. Sie haben aber für die Existenz einer richtenden Wirkung der einen auf die andere, welche, wenn die Anziehungskraft für eine bestimmte Entfernung bei parallelen resp. gekreuzten Axen verschieden wäre, entstehen würde, keinen Beweis gefunden.

Ref.: H. L. Bowman.

S. D. B. Brace (in Nebraska): **Ueber achromatische Polarisation und differentiale Doppelbrechung** (Philosophical Magazine 1899, 48, 345—360).

Durch Combination gekreuzter Platten von normal-doppelbrechenden Krystallen wird der Unterschied der resultirenden Retardation in naheliegenden Theilen des Spectrums auf ein Minimum reducirt. Durch spectroscopische Zerlegung der Interferenzfarben in zwei Krystallen und Veränderung der Dicke können die Streifen zwischen zwei bestimmten Wellenlängen auf dieselbe Zahl reducirt werden, um vollkommenen Achromatismus zu erreichen. In den vorliegenden Beobachtungen setzt Verf. die zwei Keile der zu vergleichenden Substanzen je auf einen Babinet'schen Compensator. Unmittelbar vor jedem Keil ist ein enger Spalt, und durch Bewegung der Mikrometerschraube des Compensators werden die Streifen im Spectrum zur Coincidenz gebracht.

Rechts- und Linksquarz zeigten vollkommene Coincidenz bis zur 58. Ordnung für Natriumlicht.

Selenit und Linksquarz. Achromatismus wurde nur möglich in Theilen des Spectrums, und zwar für Natriumlicht zwischen der 49. Ordnung des Quarzes und der 50. des Selenits.

Glimmer und Linksquarz. Der vollkommenste Achromatismus wurde erreicht bei Quarz von 8. und Glimmer von 9. Ordnung.

Glimmer und Selenit. Vollkommenster Achromatismus: Glimmer 8. und Selenit 7. Ordnung.

Kalkspath und Linksquarz. Vollkommenster Achromatismus: Kalkspath 22., Quarz 23. Ordnung.

Durch Kreuzung zweier Keile zeigen sich die dunklen Streifen von verschiedener Dunkelheit in verschiedenen Ordnungen: grösste Dunkelheit entspricht vollkommenstem Achromatismus. Die Resultate stimmen mit den oben angegebenen überein.

Ref.: H. A. Miers.

9. B. V. Hill (in Nebraska): **Ueber zufällige Doppelbrechung in Flüssigkeiten** (Ebenda 485—498).

Verf. studirt die Doppelbrechung von Flüssigkeiten zwischen zwei coaxialen Cylindern, deren innerer rotirt. Die Doppelbrechung von Colloiden ist proportional der Rotationsgeschwindigkeit, aber nicht der Concentration der Lösung. Nach einem bestimmten Punkte vermindert sich die Doppelbrechung und endlich wechselt sie ihren Charakter. Verf. zieht daraus den Schluss, dass die Colloide nicht Lösungen, sondern feste elastische Massen seien, die unter einer bestimmten Spannung zerlegt werden.

Ref.: H. A. Miers.

10. E. A. Minchin (in Oxford): **Ueber Ursprung und Wachsthum der triradialen und quadriradialen Nadeln in der Familie der Clathrinideen** (Quarterly Journal of Microscopical Science 1898, **40**, 469—587).

Derselbe: Lebende Krystalle (Proceedings of the Royal Institution 1898, **15**, 723—734).

In den Kalkspongien sind die Nadeln, wie bekannt, jede ein einziger Krystall; ihre drei oder vier Radien löschen zusammen aus. Die Form gehört nicht einem Kalkspathkrystalle, sondern dem Organismus an. Nach dem Verf. werden die Nadeln in den Calcareen aufgebaut aus drei oder vier einfachen Stäbchen (Skleriten), die als selbständige Theile zusammentreten und nichtsdestoweniger einen einzigen Krystall bilden. Nun findet Verf., dass die Radien ursprünglich keine Doppelbrechung besitzen; sie werden erst krystallinisch, indem sie zu einem Individuum zusammentreten.

Ref.: H. A. Miers.

11. J. H. Poynting (in Cambridge): **Die Erzeugung eines Halbschattenfeldes in einem Polarimeter durch zwei schief gestellte Glasplatten** (Rep. Brit. Association 1899, 662).

Wenn ein Lichtstrahl, welcher zur Einfallsebene weder parallel, noch senkrecht polarisirt ist, auf eine planparallele Glasplatte fällt, bleibt er nach dem Austritte geradlinig polarisirt, aber in einer Ebene, welche in der Richtung der Einfallsebene um etwas gedreht ist.

Um diese Drehung zur Erzeugung eines Halbschattenfeldes (d. h. eines Feldes, in dessen beiden Hälften die Polarisationssebenen ein wenig gegen einander geneigt sind) zu benutzen, werden zwei Glasplatten an der Kante schräg geschliffen und in V-Form zusammengekittet. Dieselben werden dann vor dem Polarisator so aufgestellt, dass die gekittete scharfe Kante vertical und gegen den Polarisator zu gerichtet ist, und um eine horizontale, zur Axe des Instrumentes normale, durch die scharfe Kante gehende »Neigungsaxe« bewegbar gemacht.

Es sei die Polarisationssebene des einfallenden Lichtes vertical. Wenn nun die Kante des V ebenfalls vertical ist, erleidet diese Ebene an den Glasplatten keine Drehung, und bei gekreuztem Analysator werden die beiden Hälften gleichzeitig auslöschen. Wenn dagegen das V um die »Neigungsaxe« gedreht ist, unterliegt die Polarisationssebene einer schwachen Drehung aus der Verticalen, und zwar in entgegengesetzten Richtungen in den beiden Hälften. Diese werden also verschieden auslöschen. Je weniger die Neigung der V-Kante zur Verticalen, desto empfindlicher wird das Instrument. Die Platten müssen so dick sein, dass keine im Inneren reflectirten Strahlen durch die Oeffnung eines vor den Platten aufgestellten Schirmes gelangen. Man benutzt am besten einfarbiges Licht (von beliebiger Wellenlänge). Der passendste Winkel für das V ist zwischen 67° und 80° .

Mit sehr dicken Platten dient der Apparat gut zur Projection des Versuches.

Ref.: H. L. Bowman.

12. J. W. Gifford (in Chard): **Veränderung der Brechungsexponenten mit der Temperatur bei Quarz und Calcit** (Ebenda 664).

Messungen der Ablenkung des ordinären Strahles und des Prismenwinkels bei Prismen von Quarz und Calcit, für $\lambda = 5892$, bei verschiedenen Temperaturen zwischen $18,9^{\circ}$ und $25,3^{\circ}$, ergaben für die Brechungsindices folgende Resultate:

4) Wenn man die Ablenkung für eine gewisse Temperatur mit dem bei derselben Temperatur gemessenen Prismenwinkel combinirt, nehmen die Brechungsindices bei steigender Temperatur in beiden Fällen ab, z. B.:

Temp.: Quarzprisma v. 30°	Temp.: Calcitprisma v. 30°	Temp.: Calcitprisma v. 60°
20,3 ⁰ 1,5444530	19,9 ⁰ 1,6584402	18,6 ⁰ 1,6584320
24,2 1,5444337	24,0 1,6584029	22,5 1,6584190

2) Wenn man aber den Mittelwerth aller bei verschiedenen Temperaturen gemessenen Prismenwinkel benutzt, erhält man folgende Zahlen:

Temp.: Quarzprisma v. 30°	Temp.: Calcitprisma v. 30°	Temp.: Calcitprisma v. 60°
18,9 ⁰ 1,5444638	18,5 ⁰ 1,6583344	17,5 ⁰ 1,6583259
19,3 1632	21,1 3894	18,3 3443
20,0 1616	21,3 3983	19,7 3528
20,6 1560	23,3 4305	19,9 3564
23,6 1512	24,0 4603	20,8 3842
23,9 1307	24,4 4929	24,7 5075
24,2 1117		
25,3 1013		

Die Ablenkungen, sowie die Prismenwinkel nehmen bei steigender Temperatur beim Quarz ab, beim Calcit zu.

[Anmerk. d. Ref. Der Verf. gibt nicht an, ob er die für die Erzielung eines so hohen Grades der Genauigkeit (7. Decimale!) erforderlichen Vorsichtsmaassregeln und Correctionen angewendet hat.]

Ref.: H. L. Bowman.

13. W. J. Sollas (in Oxford): **Der Ursprung des Flintes** (Rep. Brit. Ass. 1899, 744).

Dass die zur Verkittung der im Flinte enthaltenen Schwämme und anderen Organismen dienende Kieselsäure aus den benachbarten Kreideablagerungen herrührt, beweist die vom Verf. beobachtete Thatsache, dass die in der Kreide meist reichlich vorhandenen Spongiennadeln in der Nähe der Feuersteinbänder ausgelegt und durch Hohlräume ersetzt sind, zuweilen bis auf 3⁰/₁₀ des Gesteines.

Ref.: H. L. Bowman.

14. F. J. Stephens (in ?): **Neue Vorkommen von Gold in West-Cornwall** (Trans. Roy. Geol. Soc. Cornwall 1899, 12, 241).

Verf. hat kleine Mengen Gold aufgefunden im Bette des Manaccan-Flusses und in Quarzgängen in verschiedenen Theilen West-Cornwalls. Die geologischen Verhältnisse sind ähnlich denen der anderen britischen Vorkommen.

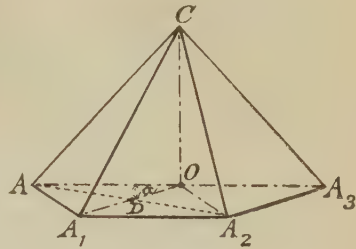
Ref.: H. L. Bowman.

15. H. Marshall (in Edinburgh): **Bemerkungen über krystallographisch mögliche Symmetrieaxen** (Proc. Roy. Soc. Edinb. 1898, 22, 62).

Verf. giebt folgende verkürzte Form des Gadolin'schen Beweises für den Satz, dass eine n -zählige Symmetrieaxe in einem Krystalle nur dann möglich ist, wenn $\cos \frac{2\pi}{n}$ rational ist, d. h. wenn $n = 2, 3, 4$ resp. 6.

Sei OC eine n -zählige Symmetrieaxe, wodurch eine dazu senkrechte mögliche Kante OA in den unter gleichen Winkeln AOA_1 u. s. w. ($\alpha = \frac{2\pi}{n}$) sich schneidenden Kanten OA_1, OA_2 u. s. w. wiedergegeben wird. Seien OA, OA_1, OC als Krystallaxen gewählt, dann geht die Fläche (111) durch ACA_1 (wobei $OA = OA_1$) und wird in den Pyramidenflächen A_1CA_2 u. s. w. wiederholt.

Nun ist die durch die beiden Kanten CA, CA_2 gehende Fläche CAA_2 ebenfalls möglich, und da diese die Axe OA_1 in D schneidet, so muss $\frac{OD}{OA_1} = \left(\frac{OD}{OA} = \cos \alpha = \cos \frac{2\pi}{n}\right)$ rational sein.



In Bezug auf den, ebenfalls vom Verf. angegebenen Beweis, dass »jede Symmetrieaxe eine mögliche Kante sein muss«, ist zu bemerken, dass derselbe, im Falle einer ungeradzähligen Axe, von der Gleichheit der Länge der gleichwerthigen Krystallaxen abhängt, welche bekanntlich rein geometrisch nicht nachgewiesen werden kann.

Ref.: H. L. Bowman.

16. J. Currie (in Edinburg): **Notiz über die Feldspäthe von Canisp** (Trans. Edinb. Geol. Soc. 1899, 7, 494).

In dem rothen Porphy von Canisp finden sich am Loch Inver (Sutherland) Krystalle von Orthoklas und Albit bis 2 cm Länge. Die ersteren zeigen $\{010\}, \{110\}, \{001\}$, untergeordnet $\{\bar{1}11\}, \{201\}, \{012\}$ und bilden nicht selten Zwillinge des Karlsbader Gesetzes; einmal wurde ein Zwilling nach $\{110\}$ beobachtet. Die an Menge zurücktretenden Albitkrystalle, Comb. $\{010\} \{001\} \{110\} \{\bar{1}\bar{1}0\} \{201\} \{130\} \{\bar{1}30\}$, sind theils scheinbar einfach, theils Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze; mit dem Orthoklas sind sie derart verwachsen, dass $\{010\}$ und $[001]$ beider parallel sind, und zwar ist der Albit theils nach, theils gleichzeitig mit dem Orthoklas entstanden.

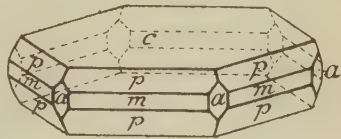
Ref.: H. L. Bowman.

17. W. J. Pope (in London): **Krystallform des Jodoforms** (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 46).

Durch spontanes Verdunsten einer (am besten wasserfreien) Acetonlösung entstehen sechsseitige Tafeln von 4 cm Durchmesser und einigen Millimetern Dicke.

Krystallsystem: Hexagonal.

$$a : c = 1 : 1,4084 \quad [\alpha = 93^\circ 41'].$$



Beobachtete Formen (s. beistehende Figur): $c\{0001\}, p\{10\bar{1}1\}, a\{2\bar{1}10\}, m\{01\bar{1}0\}, [c\{111\}, p\{100, 22\bar{1}\}, a\{\bar{1}10\}, m\{2\bar{1}\bar{1}\}]$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$c : p = (111) : (100)$	38	$51^\circ 55' - 52^\circ 7'$	$*51^\circ 59' 50''$	—
$p : p = (100) : (010)$	46	$85^\circ 58' - 86^\circ 6'$	$86^\circ 2' 0''$	$86^\circ 2' 20''$
$p : p = (2\bar{2}1) : (00\bar{1})$	47	$75^\circ 50' - 76^\circ 6'$	$76^\circ 0' 30''$	$76^\circ 0' 20''$
$p : p = (\bar{1}00) : (010)$	45	$93^\circ 54' - 94^\circ 3'$	$93^\circ 58' 40''$	$93^\circ 57' 40''$

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (\bar{1}10) : (010)$	22	46° 43' — 47° 2'	46° 57' 30"	46° 58' 50"
$p : p = (2\bar{2}\bar{1}) : (100)$	34	46 20 — 46 25	46 23 40	46 24 0
$p : p = (2\bar{2}\bar{1}) : (\bar{1}00)$	49	433 32 — 433 44	433 36 40	433 36 0
$c : a = (111) : (\bar{1}10)$	43	89 57 — 90 4	90 0 20	90 0 0
$p : m = (100) : (2\bar{1}\bar{1})$	48	37 54 — 38 9	38 2 0	38 0 40

Habitus tafelförmig nach $c\{111\}$, $\{p\}$ ist klein, $\{a\}$ und $\{m\}$ selten.

Krystalle sehr hart und spröde, nicht gestreift, ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit; optisch einaxig, normal. Doppelbrechung stark, negativ.

Zwischen Objectträger und Deckgläschen geschmolzen, bildet das Jodoform breite Platten nach $c\{111\}$.

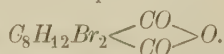
Von Interesse ist es, dass die Mehrzahl der Substanzen von einfacher Constitution mit hoher Symmetrie krystallisiren, sowie dass das partiell-hexagonal-symmetrische Molekül des Jodoforms im hexagonalen Systeme krystallisirt, während das partiell-kubische Molekül des Tetraiodkohlenstoffs kubische Krystalle bildet.

Ref.: H. L. Bowman.

18. W. J. Pope (in London): Krystallform einiger Camphersäurederivate (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 432 etc.).

Die Krystalle sind sämmtlich von Kipping dargestellt.

π - ω -Dibromcamphersäure-Anhydrid



Schmelzpt. 209° — 210° C. (corrigirt 244° — 245° C.). Krystalle aus Chloroform.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,4844 : 4 : 0,7083.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$.

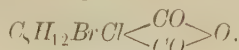
	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (100) : (110)$	34	55° 44' — 56° 17'	*56° 2'	—
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	48	67 34 — 68 42	67 54	67° 56'
$b : p = (010) : (110)$	29	33 30 — 34 24	33 59	33 58
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	24	109 4 — 109 40	109 24	109 23
$b : q = (010) : (011)$	29	54 23 — 54 59	54 44	54 44½
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	37	70 44 — 70 54	*70 37	—
$a : r = (100) : (101)$	48	64 3 — 64 51	64 27	64 29½
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	26	50 47 — 51 35	51 2	51 4

Die Krystalle sind stets rhomboidale Platten nach $a\{100\}$ mit herrschenden Formen $a\{100\}$ und $q\{011\}$. Die übrigen Flächen sind klein. Die Flächen der Prismenzone $[001]$ sind vertical gestreift. Glanz ähnlich wie beim Kalkspath.

Optische Axenebene $c(001)$. Eine negative Bisectrix (wahrscheinlich die spitze) steht senkrecht zu $b(010)$. Axenwinkel sehr gross.

Spaltbarkeit ziemlich leicht nach $a\{100\}$. Spaltflächen meist gestreift.

Auf einem Objectträger unter einem Deckgläschen geschmolzen bildet der Körper bei der Abkühlung leicht eine kubische Modification, welche bei 60° in eine zweiaxige übergeht. Letztere zeigt grosse einheitliche Partien, welche von sich durchkreuzenden geraden Linien gestreift sind und sich bei fortwährender Abkühlung senkrecht zur Längsrichtung spalten. Sie zeigen oftmals eine senkrecht austretende optische Axe.

π -Brom- ω -Chlorcamphersäure-Anhydrid (S. 136)


Schmelzpunkt 214^0 — 215^0 C. (corrigirt 219^0 — 220^0 C.).

Krystalle aus Chloroform; isomorph mit dem Vorigen. (Aus einem Gemische von Chloroform und Aether bildet die Substanz auch lange schmale Nadeln, welche bei 100^0 oder über Schwefelsäure trübe werden.)

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,4789 : 1 : 0,7107.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (100) : (110)$	47	$55^0 4' - 56^0 54'$	$*55^0 56'$	—
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	32	67 49 — 69 2	68 31	$68^0 8'$
$b : p = (010) : (110)$	24	33 20 — 34 48	34 7	34 4
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	38	108 42 — 109 57	109 16	109 12
$b : q = (010) : (011)$	43	53 39 — 55 10	54 38	54 36
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	44	69 57 — 71 28	$*70 48$	—
$a : r = (100) : (101)$	13	63 19 — 65 6	64 24	64 20

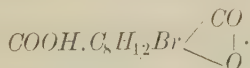
Habitus prismatisch; herrschende Formen: $a\{100\}$, $p\{110\}$, $b\{010\}$ und $q\{011\}$. Flächen der Zone $[001]$ vertical gestreift.

Optische Axenebene $c(001)$. Spitze Bisectrix senkrecht zu $b\{010\}$. Doppelbrechung negativ. Axenwinkel gross.

Auf einer Glasplatte geschmolzen bildet der Körper eine kubische Modification, welche wieder in eine zweiaxige übergeht, gerade wie die Dibromverbindung. Eine negative Bisectrix eines grossen Axenwinkels steht oft zu den Platten normal.

Die Isomorphie der beiden Verbindungen wird in der folgenden Tabelle veranschaulicht.

	$C_{10}H_{12}Br_2O_3$	$C_{10}H_{12}ClBrO_3$	Diff.:
a/b	1,4844	1,4789	+0,0055
c/b	0,7083	0,7107	—0,0024
a/c	2,0958	2,0809	+0,0149
$a : p = (100) : (110) = 56^0 2'$		$55^0 56'$	+0 6'
$b : p = (010) : (110)$	33 58	34 4	—0 6
$c : q = (001) : (011)$	$35 48\frac{1}{2}$	35 24	—0 $5\frac{1}{2}$
$b : q = (010) : (011)$	$54 44\frac{1}{2}$	54 36	+0 $5\frac{1}{2}$
$a : r = (100) : (101)$	$64 29\frac{1}{2}$	64 20	+9 30
$c : r = (001) : (101)$	$25 30\frac{1}{2}$	25 40	—9 30

 π -Bromcamphansäure (S. 139)


Schmelzpunkt 176^0 — 177^0 C. (corrigirt 179^0 — 180^0 C.).

Krystalle aus kalter, verdünnter Essigsäure.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,4654 : 1 : 0,9504.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$c : r = (001) : (101)$	9	$35^0 17' - 35^0 59'$	$35^0 41'$	$35^0 39\frac{1}{2}'$
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	29	$71 12 - 71 26$	$*71 19$	—
$r : r = (101) : (10\bar{1})$	25	$108 34 - 108 48$	$108 40$	$108 41$
$p : q = (110) : (011)$	34	$70 41 - 70 56$	$*70 49$	—
$q : r = (011) : (101)$	29	$55 49 - 56 15$	$56 59$	$56 57$
$r : p = (101) : (110)$	34	$53 5 - 53 24$	$53 15$	$53 14$
$q : q = (011) : (01\bar{1})$	46	$86 52 - 87 20$	$87 4$	$87 8$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	44	$92 37 - 93 11$	$92 55$	$92 52$
$c : q = (001) : (011)$	15	$46 1 - 46 54$	$46 21$	$46 26$
$p : p = (110) : (1\bar{1}0)$	37	$110 47 - 111 58$	$111 26$	$111 23$
$p : p = (110) : (\bar{1}10)$	24	$68 20 - 69 13$	$68 47$	$68 37$

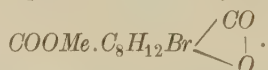
Krystalle prismatisch, mit sehr hellem Glasglanze. p -Flächen gross, jedoch uneben und gestreift; $\{q\}$ und $\{r\}$ eben und glänzend, $\{c\}$ klein oder fehlend.

Optische Axenebene $c(001)$. Durch die Flächen von $p\{110\}$ tritt je eine optische Axe schief aus.

Doppelbrechung stark; Dispersion der Axen gering.

Die geschmolzene Substanz bildet leicht bei der Erstarrung grosse einheitliche Partien mit sich unter etwa 60^0 durchkreuzenden Streifen. Die Partien spalten sich bei der Abkühlung senkrecht zur Längsrichtung und zeigen oft eine normal austretende negative Bisectrix eines grossen Axenwinkels.

π -Bromcamphansäuremethylester (S. 144)



Schmelzp. $87^0 - 88^0$. Krystalle aus einem Gemische von Aether und Chloroform.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,0977 : 1 : 0,6564.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $p\{110\}$, $r\{101\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$a : p = (100) : (110)$	48	$47^0 34' - 47^0 47'$	$*47^0 40'$	—
$p : b = (110) : (010)$	42	$42 12 - 42 27$	$42 18$	$42^0 20'$
$a : r = (100) : (101)$	24	$59 0 - 59 23$	$*59 8$	—
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	46	$64 34 - 64 50$	$64 42$	$64 44$
$p : r = (110) : (101)$	7	$69 39 - 69 52$	$69 45$	$69 47$

Habitus entweder tafelförmig nach einem Flächenpaare der Form $r\{101\}$, oder prismatisch, nach der a -Axe verlängert, nach der b -Axe etwas verkürzt, mit den herrschenden Formen $a\{100\}$ und $r\{101\}$. Wenig gute Spaltbarkeit (muschelrig) nach $b\{010\}$.

Optische Axenebene parallel $c\{001\}$. Spitze Bisectrix senkrecht zu $b\{010\}$.

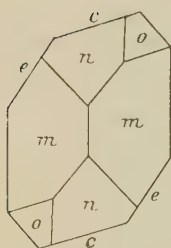
Doppelbrechung stark, positiv.

Axenwinkel ziemlich gross; mit geringer Dispersion.

Auf einer Glasplatte geschmolzen bildet die Substanz leicht grosse einheitliche Blätter. Die meisten derselben zeigen eine fast normal stehende negative Bisectrix eines sehr grossen Axenwinkels und sind von zahlreichen, eiförmigen, symmetrisch vertheilten Blasen und sich durchkreuzenden Streifen durchsetzt. Einige wenige der Blätter, welche keine Blasen und Streifen zeigen, sind fast

Krystallsystem: Monoklin, prismatisch.

$$a : b : c = 1,2427 : 1 : 1,0074; \quad \beta = 80^\circ 42'.$$



Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $e\{201\}$, $m\{110\}$, $n\{011\}$, $o\{111\}$ (s. Figur).

	Berechnet:	Beobachtet (Mittel):
$c : e = 52^\circ 15,6'$		$52^\circ 2'$
$m : m' = 78 \quad 31$		$78 \quad 22$
$n : n' = 89 \quad 2$		$89 \quad 5$
$c : o = 56 \quad 21,2$		$56 \quad 35$
$e : m' = 95 \quad 52$		$95 \quad 56$
$o : o' = 99 \quad 2$		$98 \quad 50$
$n : o = 34 \quad 44$		$34 \quad 48$
$n : m' = 64 \quad 18$		$64 \quad 26$
$n : m = 51 \quad 24$		$51 \quad 24$

Die Krystalle sind sehr spröde.

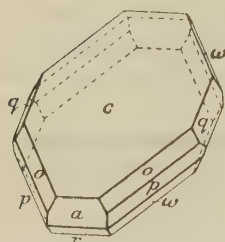
Optische Axenebene wahrscheinlich parallel der Symmetrieebene.

Auslöschung, im stumpfen Winkel β , 44° gegen die verticale Axe geneigt.

Ref.: H. L. Bowman.

21. W. J. Pope (in London): Eine Methode für das Studium der Polymorphie, und über die Polymorphie als Ursache einiger thermischer Eigenschaften des Chloralhydrats (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 455).

Wird ein wenig Chloralhydrat auf einem Mikroskop-Objectträger unter einem Deckgläschen geschmolzen, so entstehen bei der Erstarrung lange, flache einaxige Nadeln, bei welchen die optische Axe entweder senkrecht oder parallel zur Schicht liegt. Nach etwa zwölf Stunden erscheinen unter den Nadeln rautenförmige monokline Platten, welche eine schief austretende Axe zeigen. Diese wachsen an Zahl und Grösse, bis die Nadeln schliesslich verschwinden. Das Chloralhydrat ist daher dimorph, und die zuerst erstarrte (einaxige) β -Modification geht bei Zimmertemperatur in die monokline α -Modification über. Es wird dadurch die Beobachtung Berthelot's, dass die latente Schmelzwärme dieses Körpers verschieden sei, je nachdem man frisch erstarrtes Material benutzt oder nicht, erklärt.



Zum Studium solcher polymorpher Umwandlungen und zur Erkennung organischer Substanzen im Allgemeinen empfiehlt Verf. die photographische Aufnahme eines solchen mikroskopischen Präparates mit polarisirtem Lichte und beschreibt einen dazu geeigneten Apparat.

α -Chloralhydrat (S. 458) $\text{CCl}_3.\text{CH}(\text{OH})_2$.

Krystalle aus Chloroform, 0,5 mm lang, sehr rein, nicht hygroskopisch.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,6188 : 1 : 1,7704; \quad \beta = 68^\circ 52'.$$

Beobachtete Formen (s. Fig.): $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $o\{111\}$, $w\{11\bar{1}\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100):(001)$	37	$68^0 25' - 69^0 17'$	$68^0 49'$	$68^0 52'$
$cr = (001):(\bar{1}04)$	48	$59 \quad 3 - 60 \quad 4$	$59 \quad 27$	$59 \quad 48$
$ar = (\bar{1}00):(\bar{1}04)$	44	$54 \quad 26 - 52 \quad 6$	$54 \quad 44$	$54 \quad 50$
$ao = (100):(111)$	24	$52 \quad 4 - 52 \quad 54$	$52 \quad 29$	$52 \quad 34$
$oq = (111):(011)$	39	$26 \quad 21 - 27 \quad 11$	$26 \quad 49$	$26 \quad 43$
$aq = (100):(011)$	17	$78 \quad 56 - 79 \quad 32$	$79 \quad 17$	$79 \quad 14$
$qw = (011):(\bar{1}11)$	26	$34 \quad 48 - 32 \quad 24$	$32 \quad 6$	$34 \quad 54$
$aw = (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	20	$68 \quad 29 - 69 \quad 43$	$68 \quad 44$	$68 \quad 52$
$ap = (100):(110)$	29	$55 \quad 57 - 56 \quad 54$	$56 \quad 28$	$56 \quad 29$
$pp = (110):(\bar{1}10)$	64	$66 \quad 48 - 67 \quad 20$	$*67 \quad 2$	—
$co = (001):(111)$	59	$54 \quad 0 - 54 \quad 49$	$54 \quad 23$	$54 \quad 18$
$cp = (001):(110)$	74	$78 \quad 4 - 78 \quad 57$	$*78 \quad 31$	—
$op = (111):(110)$	27	$23 \quad 41 - 24 \quad 26$	$24 \quad 8$	$24 \quad 43$
$p\omega = (110):(\bar{1}11)$	47	$28 \quad 17 - 29 \quad 14$	$28 \quad 47$	$28 \quad 49$
$c\omega = (001):(\bar{1}11)$	69	$72 \quad 16 - 73 \quad 4$	$*72 \quad 40$	—
$cq = (001):(011)$	44	$58 \quad 22 - 59 \quad 14$	$58 \quad 44$	$58 \quad 48$
$qq = (011):(011)$	21	$62 \quad 9 - 63 \quad 2$	$62 \quad 37$	$62 \quad 24$
$oo = (111):(\bar{1}11)$	48	$92 \quad 45 - 93 \quad 5$	$92 \quad 41$	$92 \quad 35$
$oo = (111):(111)$	43	$86 \quad 47 - 87 \quad 36$	$87 \quad 19$	$87 \quad 25$
$r\omega = (\bar{1}01):(\bar{1}11)$	46	$53 \quad 46 - 54 \quad 39$	$54 \quad 12$	$54 \quad 18$
$\omega\omega = (\bar{1}11):(\bar{1}11)$	8	$71 \quad 44 - 72 \quad 0$	$71 \quad 36$	$71 \quad 24$

Krystalle tafelförmig nach $c\{001\}$.

Spaltbarkeit nach $c\{001\}$, sehr vollkommen.

Optische Axenebene $\parallel (010)$.

Die + stumpfe Bisectrix, sowie eine Axe tritt durch $c\{001\}$ aus.

Axenwinkel ziemlich klein; Doppelbrechung —; Dispersion gering. Unreine Krystalle sind hygroskopisch, und zwar auf den Flächen verschiedener Formen verschieden, die Flächen von $c\{001\}$ viel weniger als die übrigen.

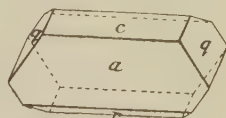
Bromalhydrat (S. 464) $CBr_3 \cdot CH(OH)_2 + H_2O$.

Schmelzpunkt $50^0 - 52^0$ C. (durch Verdunstung im Vacuum über Chlorcalcium). Sehr schöne, 8—10 cm lange, 2—3 cm breite Krystalle (aus Wasser).

Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 4,7864:1:4,3048$; $\beta = 58^0 28'$.

Beobachtete Formen (s. Fig.): $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$.



	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100):(001)$	49	$58^0 41' - 58^0 46'$	$*58^0 28'$	—
$cr = (001):(\bar{1}04)$	51	$44 \quad 58 - 45 \quad 32$	$*45 \quad 43$	—
$ar = (100):(\bar{1}01)$	47	$76 \quad 4 - 76 \quad 36$	$76 \quad 19$	$76^0 49'$
$aq = (100):(011)$	74	$74 \quad 3 - 74 \quad 49$	$*74 \quad 27$	—
$aq = (\bar{1}00):(011)$	64	$108 \quad 20 - 109 \quad 0$	$108 \quad 33$	$108 \quad 33$
$cq = (001):(011)$	48	$52 \quad 7 - 53 \quad 2$	$52 \quad 33$	$52 \quad 32$
$qq = (011):(011)$	22	$74 \quad 43 - 75 \quad 16$	$74 \quad 49$	$74 \quad 56$
$r\eta = (\bar{1}01):(011)$	6	$64 \quad 9 - 65 \quad 44$	$64 \quad 44$	$64 \quad 38$
$r\eta = (101):(011)$	9	$114 \quad 38 - 115 \quad 47$	$115 \quad 49$	$115 \quad 23$

Herrschende Formen $a\{100\}$ und $a\{001\}$.

Optische Axenebene senkrecht zu (010) . Spitze Bisectrix —, durch $a\{100\}$ austretend mit einer Neigung gegen $r\{10\bar{1}\}$ zu.

Axenwinkel ziemlich gross; Dispersion gering.

In der Luft verliert die Substanz Krystallwasser.

Eine Lösung von trockener Substanz in wasserfreiem Chloroform resp. Schwefelkohlenstoff giebt grosse rautenförmige Krystalle von $CBr_3 \cdot CH(OH)_2$, isomorph mit α -Chloralhydrat. Krystalle tafelig und vollkommen spaltbar nach $c\{001\}$, zu welcher Fläche eine optische Axe fast normal steht. Optische Axenebene parallel zu (010) .

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet Bromalhydrat radialfaserige Aggregate mit viel höherer Doppelbrechung als β -Chloralhydrat und schiefer Auslösung. Optischer Axenwinkel gross. Krystallsystem wahrscheinlich monoklin. Die Krystalle unterliegen keiner Umwandlung.

Menthol (S. 463).

Geschmolzenes Menthol bildet ein sehr fein radialfaseriges Aggregat, welches bei der Abkühlung plötzlich in eine zweite, ebenfalls faserige Modification übergeht. Das Menthol ist also polymorph. Beide Modificationen sind doppeltbrechend.

Thymol (S. 464).

Krystalle aus Essigsäure, Aethylessigäther oder Aceton; schöne, glänzende, durchsichtige Platten.

Krystallsystem: Rhomboëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,5679; \alpha = 79^\circ 51' 40''.$$

Krystalle vollkommen spaltbar nach $r\{100\}$, meist tafelig nach einer Fläche der herrschenden Form $r\{100\}$.

Doppelbrechung schwach, +.

Beobachtete Formen: $c\{111\}$, $\{0001\}$; $r\{100\}$, $\{10\bar{1}1\}$; $s\{110\}$, $\{01\bar{1}2\}$; $p\{110\}$, $\{2110\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$cr = (111) : (100)$	24	$61^\circ 0' - 61^\circ 41'$	$*61^\circ 6'$	—
$cs = (111) : (011)$	45	$42 \quad 5 - 42 \quad 48$	$42 \quad 40$	$42^\circ 40'$
$rs = (100) : (011)$	17	$103 \quad 7 - 103 \quad 24$	$103 \quad 16$	$103 \quad 16$
$rs = (\bar{1}00) : (011)$	21	$76 \quad 37 - 76 \quad 51$	$76 \quad 43$	$76 \quad 44$
$pr = (10\bar{1}) : (100)$	20	$40 \quad 35 - 40 \quad 53$	$40 \quad 43$	$40 \quad 42$
$rs = (100) : (101)$	18	$49 \quad 46 - 49 \quad 21$	$49 \quad 18$	$49 \quad 18$
$rr = (100) : (010)$	12	$98 \quad 33 - 98 \quad 40$	$98 \quad 36$	$98 \quad 36\frac{1}{2}$
$ss = (101) : (011)$	18	$71 \quad 0 - 71 \quad 11$	$71 \quad 6$	$71 \quad 5\frac{1}{2}$
$pp = (10\bar{1}) : (01\bar{1})$	10	$59 \quad 52 - 60 \quad 6$	$60 \quad 0$	$60 \quad 0$
$rr = (100) : (0\bar{1}0)$	9	$81 \quad 5 - 81 \quad 26$	$81 \quad 23$	$81 \quad 23\frac{1}{2}$
$ps = (\bar{1}10) : (011)$	14	$54 \quad 24 - 54 \quad 36$	$54 \quad 28$	$54 \quad 27$

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet das Thymol eine von zahlreichen Sprüngen durchzogene Schicht, bestehend aus grossen einheitlichen Blättern. Optische Axe stets parallel der Schicht, niemals sichtbar. Keine Umwandlung.

Ref.: H. L. Bowman.

22. A. Lapworth (in London): **Derivate der $\alpha\alpha'$ -Dibromkamphersulfonsäure** (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 558—575).

Dibromkamphersulfonchlorid $C_{10}H_{13}Br_2O.SO_2Cl$ (S. 566).

Aus Aceton krystallisirt; Schmelzpunkt 203^0-204^0 .

Krystallsystem: Rhombisch, bisphenoidisch.

$$a : b : c = 0,8729 : 1 : 0,8550.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $o\{111\}$, $\omega\{1\bar{1}1\}$, $p\{110\}$, $r\{101\}$.

	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$pp = (110) : (1\bar{1}0)$	22	$82^0 0' - 82^0 46'$	$*82^0 44'$	—
$pp = (110) : (110)$	22	$97 35 - 97 53$	$97 43$	$97^0 46'$
$op = (111) : (110)$	20	$37 15 - 37 59$	$*37 34$	—
$oo = (111) : (1\bar{1}1)$	14	$104 28 - 105 23$	$104 57$	$104 52$
$ow = (111) : (1\bar{1}1)$	12	$73 8 - 73 36$	$73 16$	$73 20$
$ow = (111) : (1\bar{1}1)$	8	$62 10 - 63 20$	$62 35$	$62 50$
$ap = (100) : (110)$	20	$40 55 - 41 12$	$41 6$	$41 7$
$ao = (100) : (111)$	10	$53 11 - 53 27$	$53 20$	$53 20$
$or = (111) : (101)$	6	$31 7 - 31 49$	$31 31$	$31 25$

Durchsichtige, farblose Pyramiden oder Bisphenoide; durch Verdunstung eines Tropfens der Lösung werden kleine Krystalle von deutlichem hemiëdrischen Aussehen erhalten; Prismen p mit o -Flächen an beiden Enden. Die Formen a , r nur an den grösseren Krystallen von holoëdrischem Aussehen.

Spaltbarkeit nicht wahrnehmbar.

Dibromkamphersulfonbromid $C_{10}H_{13}Br_2O.SO_2Br$ (S. 567)

(s. diese Zeitschr. 31, 204; früher als Hydroxydibromkamphersulfonsäurebromür beschrieben).

$$a : b : c = 0,8629 : 1 : 0,8372.$$

Aehnlich dem Vorigen. Schmelzpunkt 193^0-194^0 .

	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$pp = (110) : (1\bar{1}0)$	6	$81^0 27' - 81^0 42'$	$81^0 34'$	$81^0 35'$
$op = (111) : (110)$	6	$37 42 - 38 12$	$37 42$	$37 58$
$oo = (111) : (1\bar{1}1)$	6	$103 55 - 104 30$	$104 15$	$104 4$
$ow = (111) : (1\bar{1}1)$	6	$61 8 - 62 30$	$62 13$	$61 59$
$ar = (100) : (101)$	4	$45 35 - 46 3$	$45 41$	$45 52$
$ap = (100) : (110)$	4	$40 32 - 41 3$	$40 41$	$40 48$

Dibromkamphersulfonamid $C_{10}H_{13}Br_2O.SO_2NH_2$ (S. 568).

Aus Aceton krystallisirt. Schmelzpunkt 238^0 .

Krystallsystem: Rhombisch, bisphenoidisch.

$$a : b : c = 0,4954 : 1 : 0,9073.$$

Beobachtete Formen: $\omega\{11\bar{1}\}$, $r\{101\}$, $q\{011\}$, $t\{012\}$.

	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$qq = (011) : (0\bar{1}1)$	18	$83^0 31' - 84^0 51'$	$*84^0 26'$	—
$\omega\omega = (111) : (11\bar{1})$	20	$72 28 - 73 13$	$*72 48$	—
$\omega q = (111) : (0\bar{1}1)$	14	$52 59 - 53 55$	$53 34$	$53^0 36'$

	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$qt = (011) : (012)$	16	$46^0 28' - 48^0 25'$	$47^0 22'$	$47^0 49'$
$tt = (012) : (01\bar{2})$	20	$48 \ 25 - 49 \ 43$	$49 \ 20$	$48 \ 48$
$or = (1\bar{1}1) : (101)$	5	$23 \ 10 - 23 \ 59$	$23 \ 45$	$23 \ 30$
$rr = (101) : (10\bar{1})$	4	$56 \ 44 - 58 \ 4$	$57 \ 34$	$57 \ 16$
$or = (1\bar{1}1) : (10\bar{1})$	4	$59 \ 4 - 60 \ 52$	$59 \ 58$	$60 \ 16$
$qr = (0\bar{1}1) : (101)$	8	$63 \ 53 - 64 \ 50$	$64 \ 32$	$64 \ 7$
$ot = (1\bar{1}1) : (0\bar{1}2)$	10	$54 \ 54 - 55 \ 49$	$55 \ 17$	$55 \ 36$

Farblose, durchsichtige Krytalle; die meisten sind Nadeln oder Prismen nach der Axe a verlängert.

Dibromkamphersulfopiperidid $C_{10}H_{13}Br_2O \cdot SO_2NC_5H_{10}$ (S. 571).

Durch die Einwirkung von Piperidin auf Dibromkamphersulfonchlorid dargestellt; nach dieser Methode werden zwei Substanzen erhalten, gelbe Tafeln von Monobromkamphersulfonpiperidid und farblose Prismen der oben genannten Verbindung; letztere werden durch Umkrystallisation aus Aethylacetat gereinigt. — Schmelzpunkt $457^0 - 458^0$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,9896 : 1 : 2,2728.$$

Beobachtete Formen: $r\{101\}$, $s\{201\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$.

	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$eq = (001) : (011)$	20	$65^0 17' - 67^0 17'$	$*66^0 15'$	—
$er = (001) : (101)$	15	$48 \ 3 - 49 \ 7$	$*48 \ 48$	—
$es = (001) : (201)$	14	$65 \ 35 - 67 \ 4$	$66 \ 29$	$66^0 22'$
$rs = (101) : (201)$	14	$16 \ 35 - 17 \ 26$	$17 \ 24$	$17 \ 34$
$qr = (011) : (101)$	4	$74 \ 0 - 74 \ 48$	$74 \ 15$	$74 \ 37$
$qs = (011) : (201)$	3	$80 \ 3 - 80 \ 54$	$80 \ 20$	$80 \ 42$

Entweder tafelförmig nach c oder verlängert nach der c -Axe. Grössere Krystalle zeigen eine schwache braune Farbe.

Ref.: H. A. Miers.

23. D. L. Chapman (in London): Allotropische Modificationen des Phosphors (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 734—747).

Aus einer Untersuchung des Dampfdruckes des rothen und des weissen Phosphors zieht Verf. folgende Schlüsse: 1) Metallischer Phosphor und rother Phosphor sind identisch; sie zeigen dasselbe Aussehen unter dem Mikroskope. Der höhere Dampfdruck von einigen Varietäten des rothen Phosphors wird durch Unreinigkeiten verursacht. 2) Die Dämpfe des rothen und des gewöhnlichen Phosphors sind identisch. Die Dampfdichte des letzteren bei der Temperatur des siedenden Schwefels und Quecksilbers stimmt mit der Annahme, dass die Molekel aus vier Atomen bestehe. 3) Rother Phosphor schmilzt unter Druck beim Schmelzpunkte von Jodkalium zu gewöhnlichem Phosphor. Geschmolzener gewöhnlicher Phosphor wird also überschmolzener rother Phosphor und überschmolzener Phosphor wird die überschmolzene Flüssigkeit von beiden Varietäten.

Da bei gewöhnlicher Temperatur die rothe Modification die stabile ist, so scheint der Phosphor in besonderem Grade die Eigenschaft zu besitzen, in einer nicht stabilen Form aufzutreten.

Ref.: H. A. Miers.

24. W. J. Pope (in London): **Krystallform des Dimethyldihydroresorcinol** (dargestellt von A. W. Crossley. Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 774).



Schmelzpunkt 148,5° C. (nicht corrigirt). Grosse, durchsichtige Prismen aus Aceton.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,3448 : 1 : 0,9433; \quad \beta = 77^\circ 17\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $p\{110\}$, $o\{\bar{1}21\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100) : (110)$	42	52° 23' — 53° 4'	*52° 44'	—
$pp = (110) : (\bar{1}10)$	48	74 17 — 74 53	74 34	74° 38'
$bp = (010) : (\bar{1}10)$	6	37 5 — 37 21	37 15	37 19
$ar = (100) : (101)$	25	46 7 — 46 51	46 32	46 38
$rc = (101) : (001)$	37	30 16 — 31 0	*30 39½	—
$ac = (100) : (001)$	16	76 59 — 77 31	77 44	77 47½
$ac = (\bar{1}00) : (001)$	21	102 26 — 103 4	102 47	102 42½
$rp = (101) : (\bar{1}10)$	44	65 42 — 65 32	*65 24	—
$po = (110) : (\bar{1}2\bar{1})$	25	34 19 — 35 1	34 43	34 48
$ro = (101) : (\bar{1}21)$	27	79 38 — 80 5	79 52	79 48
$cp = (001) : (\bar{1}10)$	19	81 58 — 82 56	82 24	82 20
$co = (001) : (\bar{1}21)$	19	66 31 — 67 0	66 48	66 42
$oo = (\bar{1}21) : (\bar{1}2\bar{1})$	15	60 54 — 61 22	61 7	61 10
$oo = (\bar{1}2\bar{1}) : (\bar{1}21)$	12	118 16 — 119 2	118 48	118 50
$ao = (100) : (\bar{1}21)$	18	76 45 — 77 19	77 4	76 59

Krystalle prismatisch nach der b -Axe mit herrschendem $a\{100\}$; $p\{110\}$ und $o\{\bar{1}21\}$ klein; $b\{010\}$ selten und stets klein.

Optische Axenebene parallel $b(010)$: eine + Bisectrix tritt durch $c(001)$ aus. Dispersion bedeutend.

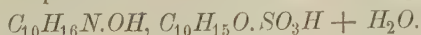
Auf einem Objectträger erstarrt die Substanz von einzelnen Punkten aus zu grossen einheitlichen Blättern, welche oft eine normal austretende — Bisectrix zeigen.

Ref.: H. L. Bowman.

25. W. J. Pope (in London): **Zerlegung von racemischem Kampher-oxim** (Ebenda 1105—1107).

Durch die Einwirkung von Dextrokamphersulfonsäure auf racemisches Kampher-oxim hat Verf. Dextro- und Laevokampher-oxim dargestellt können.

Dextrokamphersulfonsaures Dextrokampher-oxim



Schmelzpunkt 94°—92°.

Grosse durchsichtige, glänzende Tafeln aus Aceton.

Krystallsystem: Rhombisch, bisphenoidisch.

$$a : b : c = 1,2024 : 1 : 0,8943.$$

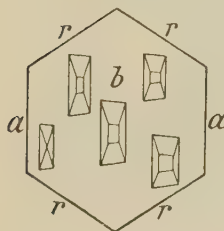
Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $p\{110\}$, $n\{240\}$, $r\{101\}$.

Fig. 4.



	Zahl:	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010) : (110)$	42	$39^0 16' - 40^0 18'$	$*39^0 45'$	—
$pn = (110) : (210)$	17	$48 54 - 49 34$	$49 42$	$49^0 14'$
$an = (100) : (210)$	19	$30 45 - 31 26$	$31 3$	$31 4$
$nn = (210) : (2\bar{1}0)$	14	$61 30 - 62 28$	$61 59$	$62 2$
$ar = (100) : (101)$	28	$52 59 - 54 4$	$53 29$	$53 21\frac{1}{2}$
$rr = (101) : (10\bar{1})$	39	$72 46 - 73 35$	$*73 17$	—
$pr = (110) : (101)$	12	$67 4 - 68 9$	$67 38$	$67 34$
$nr = (210) : (101)$	5	$58 47 - 59 34$	$59 41$	$59 44$

Fig. 2.



Spaltbarkeit vollkommen nach $b(010)$; die Kristalle sind tafelförmig nach b . Ätzzfiguren (mittels Benzol) auf b scheinen hemiädrisch zu sein (s. Fig. 2).

Optische Axenebene $a(100)$; spitze Bisectrix die b -Axe. Doppelbrechung positiv; Axenwinkel gross.

Aus dem Schmelzflusse krystallisiert die Substanz mit denselben optischen Eigenschaften.

Laevokampheroxidextrokamphersulfonat krystallisiert in mikroskopischen Nadeln, welche ähnlich den vorigen zu sein scheinen.

Ref.: H. A. Miers.

26. W. J. Pope und S. J. Peachey (in London): Asymmetrische optisch-active Stickstoffverbindungen. Dextro- und Laevo- α -benzylphenylallylmethylammonium-Jodid und -Bromid (Journ. Chem. Soc. 1127—31).

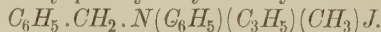
Die Verf. haben diese Verbindungen dargestellt durch die Einwirkung von hydroxylfreien Lösungsmitteln, die nur wenig Wasser enthalten, auf α -Benzylphenylallylmethylammoniumjodid.

Dextrokamphersulfonsaures Dextro- α -benzylphenylallylmethylammonium



Farblose rhombenähnliche Tafeln aus Aceton (Schmelzpunkt $169^0 - 170^0$), zeigen symmetrische Auslöschung und eine positive Bisectrix mit grossem Axenwinkel senkrecht zur Tafelfläche; $\rho < \nu$.

Dextro- α -benzylphenylallylmethylammonium-Jodid



Weisse Krystalle aus Alkohol (Schmelzpunkt $145^0 - 147^0$); rhombisch mit den Formen $\{110\}$, $\{101\}$; unter dem Mikroskop erweisen sie sich als identisch mit den von Fock beschriebenen (Ber. d. d. chem. Ges. 1899, 32, 520; Ref. in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift). Das äusserlich compensirte Jodid von Wedekind ist also ein pseudoracemisches Gemenge der beiden Antipoden, und Fock hat wirklich die optisch-activen Verbindungen gemessen.

Ref.: H. A. Miers.

XXV. Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen.

Von

G. Wulff in Warschau¹⁾.

(Hierzu Tafel VII und 13 Textfiguren.)

Einleitung.

In der krystallographischen Literatur der letzten Zeit erscheinen mehr und mehr Arbeiten, welche dem gegenseitigen Verhältnisse des Krystalles und des Mediums, in welchem er sich bildet, gewidmet sind. Besonders erfolgreich sind in dieser Hinsicht die Arbeiten von Becke gewesen. Seine Abhandlung über die Aetzfiguren und die Auflösung des Fluorits veranlasste mich, die vorliegende Untersuchung zu beginnen.

Das Verhältniss des Krystalles zu seiner Mutterlauge ist dreierlei Art. Der Krystall kann in ihr wachsen oder sich auflösen oder unverändert bleiben, je nach dem Grade der Sättigung der Lösung.

Die Fähigkeit des Wachsens unterscheidet wesentlich die Krystalle von den amorphen Körpern. Dabei versteht man unter dem Wachsthum eine solche Vergrösserung des Volums, welche weder von einer Veränderung

4) Die Untersuchung, welche ich hier in deutscher Sprache publicire, erschien in russischer Sprache im Jahre 1895. Meine Uebersiedelung nach Kasan und dann wieder nach Warschau hinderte mich, sie rechtzeitig in deutscher Sprache zu veröffentlichen und so einem grösseren Leserkreise zugänglich zu machen. Mit einem kurzen Referate, wie ein solches in dieser Zeitschr. 30, 309 gegeben ist, konnte ich mich auch nicht begnügen, da es sich um Grössen handelt, welche zum ersten Male gemessen wurden, wie die Wachsthumsgeschwindigkeiten der Krystallflächen, und da in einem Auszuge sehr viele Details weggelassen werden müssen, wodurch die richtige Beurtheilung der Resultate fast unmöglich wird. Erst jetzt war ich im Stande, eine etwas verkürzte Uebersetzung des russischen Textes zu verfassen. Der anschliessende Artikel von H. Weyberg hängt mit dem meinigen so eng zusammen, dass das gleichzeitige Erscheinen beider hierdurch geboten war.

der Dichte, noch von einer Störung der Homogenität des wachsenden festen Körpers begleitet wird.

Wachsen kann der Krystall nur in der übersättigten Lösung seines eigenen Materials, weil nur in einer solchen Lösung sich ein Ueberschuss festen Stoffes befindet, welcher die Eigenschaft besitzt, sich auf dem wachsenden Krystalle abzulagern. In einer gesättigten Lösung kann der Krystall weder wachsen noch sich auflösen.

Während des Wachsthum's des Krystalles bemerkt man gewöhnlich, dass seine verschiedenen Flächen sich ungleich vom anfänglichen Entstehungspunkte aus entfernen, d. h. dass verschiedene Flächen ein und desselben Krystalles mit ungleicher Geschwindigkeit fortschreiten. Dadurch erklärt sich die Mannigfaltigkeit der äusseren Krystallformen (tafelförmige, prismatische, nadelförmige Krystalle u. s. w.).

Ein solcher Unterschied in der Geschwindigkeit des Wachsthum's der Flächen ein und desselben Krystalles erweist sich als natürliche Folge der Anisotropie der krystallinischen Medien und beweist, dass die Energie, mit welcher die auskrystallisirten Theilchen andere aus der Lösung mit sich vereinigen, sich mit der Richtung ändert.

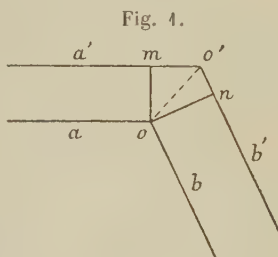
Die Erfahrung zeigt uns, dass dieser Unterschied in der Geschwindigkeit des Wachsthum's der Krystallflächen nicht nur von der Vertheilung der Molekularkräfte um jede einzelne Molekel, sondern auch von der gegenseitigen Wirkung dieser Molekeln und derjenigen, welche die den Krystall umgebende Lösung enthält, abhängt. Letztere Kräfte verändern sich gleichfalls mit der Richtung, aber ausserdem hängen sie auch noch von den Eigenschaften der Lösung ab. Das geht daraus hervor, dass ein und derselbe Stoff, aus verschiedenen Lösungen krystallisirend, sich mit verschiedenen Krystallflächen bekleidet, indem er verschiedene äussere Form annimmt, wobei aber seine inneren Eigenschaften unverändert bleiben.

Hier halte ich es für zweckmässig, den Begriff von der Geschwindigkeit des Wachsthum's nach verschiedenen Richtungen eines und desselben Krystalles näher zu bestimmen.

Indem wir die Frage, welche Form der Krystall im Anfange seiner Entstehung hat, unbeantwortet lassen, können wir der Einfachheit halber annehmen, dass er vom ersten Moment seines Wachsthum's an ein Polyëder vorstellt, dessen Flächen während der nächstfolgenden Stadien des Wachsthum's sich vom Anfange desselben mit verschiedener Geschwindigkeit entfernen, indem sie sich selber parallel bleiben. Dabei nimmt jede Krystallfläche an Oberfläche zu. Auf solche Weise unterscheidet man im Wachsthum jeder Krystallfläche: 1) Das Wachsthum längs der Flächen-normale, welches das Vorschreiten der Krystallfläche vom Anfange des Wachsthum's angiebt, und 2) das tangentielle Wachsthum, welches die Vergrösserung der Krystallfläche angiebt. Das tangentielle Wachsthum der

Krystallfläche ist verschieden, je nach welcher der benachbarten Flächen hin wir es messen, und ausserdem hängt es noch vom relativen Wachstum der benachbarten Flächen nach deren Normale ab, sowie auch von der Configuration der Krystallflächen. Darum wollen wir das Wachstum nach der Normale einfach das Wachstum der Krystallflächen und das tangentielle die Ausbreitung solcher nennen.

Angenommen, dass (Fig. 4) a und b zwei senkrecht zur Zeichnungsebene stehende Krystallflächen vorstellen und nach einer Zeiteinheit die Stellungen a' und b' einnehmen, so dass der Schnittpunkt der Flächenspuren mit der Zeichnungsebene o nach o' übergeht. Wenn $om = n_a$ und $on = n_b$ die Geschwindigkeiten des Wachstums längs der Flächennormale beider Flächen sind, und $o'm = t_a$ und $o'n = t_b$ die Geschwindigkeiten der Ausbreitung, so finden wir, wenn wir durch eine gerade Linie die Punkte o und o' verbinden, dass $t_a^2 - t_b^2 = n_b^2 - n_a^2$ ist. Hieraus ziehen wir den Schluss, dass die Geschwindigkeit der Ausbreitung bei derjenigen Krystallfläche grösser ist, welche langsamer wächst. Mit anderen Worten: Auf dem Krystalle entwickeln sich am stärksten diejenigen Krystallflächen, welche die geringste Geschwindigkeit des Wachstums besitzen.



Selbstverständlich können wir, wenn wir die relative Geschwindigkeit des Wachstums der Krystallflächen und ihre Configuration kennen, immer voraussagen, nach welcher Seite die gegebene Krystallfläche sich besonders entwickeln wird. Sehr oft kann man es beobachten, dass der Habitus des Krystalles hauptsächlich davon abhängt, nach welcher Richtung hin beim Wachstum diese oder jene Krystallfläche sich ausbreitet.

Die Auflösung ist eine dem Wachstum entgegengesetzte Erscheinung und findet nur in einer ungesättigten Lösung statt. Dieser Umstand machte viele Forscher zur Annahme der vollständigen Reciprocität dieser Erscheinungen sowohl in qualitativer, als quantitativer Beziehung geneigt.

In der That erscheint es sehr einfach und natürlich, erwarten zu dürfen, dass Krystallflächen, die am schnellsten wachsen, am schnellsten sich auflösen, und umgekehrt. Diesen Gedanken kann man anders in Form einer sehr wahrscheinlichen Voraussetzung ausdrücken, nämlich dass Krystalle sich während des Wachstums mit denjenigen Krystallflächen umgrenzen, welche am meisten dem äusseren Einflusse widerstehen (Becke). Dieses folgt direct daraus, dass an Krystallen sich diejenigen Flächen entwickeln müssen, die eine geringere Geschwindigkeit im Wachstum besitzen und welche im Falle der angenommenen Reciprocität des Wachstums und der Auflösung sich auch wiederum langsamer auflösen müssen.

Ich wünschte mich nun durch directe Versuche zu überzeugen, wie weit die ausgesprochenen Voraussetzungen der Wirklichkeit entsprechen, und stellte mir daher folgende Aufgaben:

1) Mit Hülfe passender Methoden die Geschwindigkeit des Wachsthum's verschiedener Flächen des Krystalles irgend eines Stoffes zu messen.

2) Die Geschwindigkeit der Auflösung der Flächen desselben Krystalles in derselben Mutterlauge, aus welcher er entstanden, zu messen, um beide Serien von Versuchen durchaus vergleichbar zu machen.

3) Aus dieser Reihe von Versuchen das Verhältniss zwischen der Geschwindigkeit des Wachsthum's und der Auflösung der Krystallflächen abzuleiten.

Als ich die Geschwindigkeit des Wachsthum's zu erforschen begann, war ich gezwungen, die Bedingungen des Wachsthum's der Krystalle und die Erscheinungen, welche es begleiten, einer näheren Untersuchung zu unterwerfen, um später den Einfluss aller das regelmässige Wachsthum beeinträchtigenden Bedingungen ausschliessen zu können. Dabei wurde meine besondere Aufmerksamkeit auf die Concentrationsströmungen gerichtet, welche durch das Wachsthum des Krystalles hervorgerufen werden.

Schliesslich gelang es mir, meine Versuche über die Geschwindigkeit des Wachsthum's mit der Bestimmung der Capillaritätsconstanten der Krystallflächen in Bezug auf die Mutterlauge zu verbinden.

1. Die Concentrationsströmungen.

Bei der Erforschung des Wachsthum's der Krystalle kann man den Krystall nicht getrennt von dem Medium, in welchem er sich bildet, betrachten, weil seine Volumvergrösserung von dem ihn umgebenden Mittel abhängt. Dieses ist mehr oder weniger beweglich, und in ihm können unter dem Einflusse verschiedener Ursachen Bewegungen entstehen, die so oder anders auf die Uebertragung der Substanz, welche sich auf dem Krystalle ablagert, wirken. Störungen, welche durch Temperaturschwankungen und Erschütterungen entstehen, wurden schon längst in Betracht gezogen und bei der Krystallzucht als Erscheinungen, die den regelmässigen Gang des Wachsens stören könnten, möglichst vermieden. Aber nicht alle Forscher waren sich dessen klar bewusst, dass der wachsende Krystall selbst die Ursache der Störungen sei, die man nicht vermeiden kann, ohne das Wachsen des Krystalles aufzuheben. Dies kam daher, dass viele Krystallographen und Physiker geneigt waren, die Molekeln des Krystalles als Centra der Attractionskräfte anzusehen, die auf eine bedeutende Entfernung wirken und eine gleichmässige Zuströmung des krystallisirenden Stoffes von allen Seiten durch die Flüssigkeit verursachen, wobei jedoch letztere im Ganzen ruhig bleibt.

Lavalle behauptet in seiner Arbeit »Recherches sur la formation lente des cristaux à la température ordinaire«¹⁾ Folgendes: »Sogar in den grössten Gefässen beobachtete ich, dass alle Moleküle des Salzes am Wachstum nur eines einzigen Krystalles theilnehmen konnten, so dass es schien, dass die Wirkungssphäre des Krystalles sich auf die ganze Flüssigkeit erstreckte.« Dieses wurde ungefähr 20 Jahre später veröffentlicht als der von Frankenheim gemachte Versuch, in welchem Dieser direct bewiesen hatte, dass der Krystall keine Fernwirkung hat, wohl aber an seiner Oberfläche diejenigen Moleküle anzieht, welche in unmittelbare Berührung mit ihm kommen. In seiner Arbeit²⁾ führt Frankenheim Folgendes an:

»Lässt man schwefelsauren Kalk auf einem Gypsplättchen krystallisiren, so bleibt das Salz in unzähligen Krystallen zurück, die sämmtlich einander und dem Blättchen parallel sind. Gefirnisst verhält sich der Gyps dagegen wie gefirnisstes Glas. Das Salz legt sich ohne Regelmässigkeit in den Seitenlinien seiner Tafeln oder Nadeln an. Die hier thätigen Kräfte erstrecken sich also nicht durch die kaum merkliche Dicke einer Firnissschicht hindurch, ja der Gyps verliert die Fähigkeit, den krystallisirenden Stoff zu einer parallelen Lage zu disponiren, schon durch blosses Liegen an der Luft, durch Betasten so sehr, dass nur ein Theil der Krystalle parallel wird und man sich, um die Erscheinung vollkommen zu sehen, frisch gespaltenen Blättchen bedienen muss.«

Dieser Versuch beweist ganz überzeugend, dass der Krystall keine Fernwirkung ausübt, und es fragt sich, auf welche Weise der Krystall immer neue und neue Portionen der Substanz zu seiner Volumvergrösserung erhält. Zwei Factoren erscheinen hierbei als besonders wichtig: die Diffusion und die Concentrationsströmungen. In eine mehr verdünnte Schicht der Lösung, die unmittelbar mit dem Krystalle in Berührung kommt und auf ihn den Ueberschuss der festen Substanz abgelagert hat, diffundirt von aussen die stärker concentrirte Lösung, und auf solche Weise wird die der Oberfläche des Krystalles nächste Schicht wieder fähig, ein neues Quantum der festen Substanz abzulagern. Wenn aber die Krystallisation energisch vor sich geht, so hat die Diffusion keine Zeit, ihre Wirkung auszuüben, und die an den Krystall grenzende Schicht wird so specifisch leicht, dass sie durch die Schichten der Flüssigkeit nach oben steigt und an ihre Stelle eine neue Portion concentrirter Lösung kommt. Es bildet sich auf diese Weise eine Concentrationsströmung.

So erscheint es als nothwendig, Concentrationsströmungen als directe Folge des Versuches von Frankenheim anzunehmen, und sie wurden auch sofort von diesem Gelehrten selbst anerkannt. Nach seiner Auffassung

1) Compt. rend. 4853, 36, 493.

2) Pogg. Ann. 1836, 37, 547—548.

wirkt die Diffusion zu langsam, um die Entstehung einer specifisch leichteren Schicht der Lösung unmittelbar an der Oberfläche des Krystalles zu verhindern¹⁾.

Lehmann²⁾ beschreibt die Entstehung der Concentrationsströmungen auf folgende Weise:

»Da der Wachstumsprocess eben darin besteht, dass sich ein Theil der festen gelösten Substanz ausscheidet und an den Krystall anlagert, so wird ein entsprechender Theil des Lösungsmittels frei und verdünnt die Lösung rings um den Krystall, erzeugt einen »Hof«, welche Wirkung noch dadurch verstärkt wird, dass der Krystallisationsprocess gewöhnlich mit der Entbindung von Wärme verbunden ist. Die minder concentrirte (nicht zu verwechseln mit »untersättigte«) und erwärmte Lösung in der Nähe des Krystalles zieht sich nun in Folge ihres geringeren specifischen Gewichts in die Höhe und wird durch unten zutretende concentrirtere und kältere ersetzt. Es bildet sich also in der Nähe eines wachsenden Krystalles in der Flüssigkeit eine Strömung aus derart, dass von der unteren Seite dem Krystall Lösung zuströmt und, nachdem sie einen Theil ihres Ueberschusses an krystallisirbarer Materie an den Krystall abgegeben hat, oben wieder abströmt, wodurch das verstärkte Wachsthum an der Unterseite leicht erklärlich wird. Von der Existenz dieser Strömungen kann man sich leicht überzeugen, wenn man z. B. in einem Reagenzgläschen Kupfervitriol in Wasser durch Erhitzen auflöst und die beim Abkühlen eintretende Krystallisation nach Einwerfen eines Krystalsplitterchens beobachtet. Man sieht von dem am Boden wachsenden Krystall sehr deutlich kräftige Schlieren in der Flüssigkeit aufsteigen und sich oben ausbreiten.«

Auf dem wachsenden Krystalle bildet sich ein wirkliches barometrisches Minimum, welches die über den Krystall emporsteigenden Strömungen und die in einer Entfernung von demselben niedersteigenden Strömungen einleitet; beide Arten von Strömungen müssen mit horizontal verlaufenden Strömungen verbunden sein. Es ist klar, dass bei der Existenz solcher Strömungen ein symmetrisches Wachsen des Krystalles unmöglich ist. Die Strömungen geben so zu sagen der ganzen Erscheinung des Wachsens die Richtung an.

Da ich den grossen Einfluss der Concentrationsströmungen auf das Krystallwachsthum anerkannte, so hielt ich es für wichtig, dieselben näher zu untersuchen. Ich hielt mich nicht für berechtigt, nur mit Ueberlegungen in Bezug auf die Entstehungs- und Verbreitungsweise dieser Strömungen und deren Wirkung auf das Wachsen der Krystalle, wie einfach sie auch in diesem Falle erscheinen mögen, mich zu begnügen. Ich hielt es für

1) Pogg. Ann. 1860, **3**, 4.

2) Diese Zeitschr. 1877, **1**, 473. Molekularphysik **1**, 348.

zweckentsprechend, diese Strömungen direct zu beobachten, um später im Stande zu sein, den Einfluss dieser Erscheinung beim Wachstumsprocess der Krystalle in Betracht zu ziehen und im allgemeinen Ergebnisse das zu unterscheiden, was thatsächlich als Folge der vom Krystalle ausgehenden Kräfte erscheint, von dem, was durch die Wirkung des Mediums und das zufällige Zusammentreffen der Umstände bewirkt worden ist.

Die Methode der Beobachtungen.

Zur näheren Untersuchung der Concentrationsströmungen benutzte ich die Schlierenmethode Toepler's.

Wie bekannt, besteht dieselbe in Folgendem: Von einer Lichtquelle erhält man mittelst einer Linse eine reelle Abbildung, welche mit dem Rande eines undurchsichtigen Schirmes aufgefangen wird. Das Auge, welches sich hinter dem Schirme befindet und auf die Linse gerichtet und accommodirt ist, kann beobachten, dass auf dem gleichmässig abgeblendeten Felde alle Ungleichmässigkeiten des Glases der Linse als leuchtende Flecken scharf hervortreten; dies rührt daher, dass eine Störung der Homogenität der Linse, wenn auch eine geringe, ein Ablenken der Strahlen von ihrer normalen Richtung bewirkt; diese Strahlen treffen das Auge und machen diejenigen Theile der Linse sichtbar, welche die Störung der Homogenität verursachen. Ebenso sieht man auch jede Störung der optischen Homogenität eines Mediums in der Nähe der Linse im Innern des Kegels der Strahlen. — Wenn man nun ein Krystallisirgefäss mit planparallelen Wänden in die Nähe der Linse stellt, so würde jede Störung der Homogenität in der sie füllenden Mutterlauge deutlich zu sehen sein, und die Concentrationsströmungen würden als leuchtende Streifen erscheinen.

Ich zog es vor, die Ausführung des Versuches zu vereinfachen, da ich fand, dass ein gewöhnliches, cylindrisches, mit Flüssigkeit gefülltes Krystallisirgefäss gleichsam eine Cylinderlinse vorstellt und eine gewöhnliche Linse sammt dem ebenwandigen Krystallisirgefäss ausreichend ersetzt. Wir wollen untersuchen, welche Vortheile und Nachtheile mit dieser Ersetzung verbunden sind.

Dabei tritt sofort ein störender Umstand ein. Für die Schlierenmethode ist es vortheilhafter, eine Linse mit grosser Brennweite zu benutzen, da dabei eine Ablenkung der Strahlen, wenn auch unter einen kleinen Winkel, dieselben hinter den Schirm bringen und die Punkte, von denen sie ausgehen, sichtbar machen kann. Darum ist es vortheilhafter, die Störungen des Mediums der Linse möglichst nahe zu beobachten. Wenn auch die Ersetzung der Linse und des Krystallisirgefässes durch ein cylindrisches Krystallisirgefäss vortheilhafter in der Hinsicht ist, dass die zu beobachtenden Strömungen gleichsam in der Linse selbst vor sich gehen, so erscheint

hierbei als wichtiger Uebelstand die kurze Brennweite des cylindrischen Gefässes.

Die Brennweite F , bei der Dicke der Linse e , beim Brechungsindex n und dem Krümmungshalbmesser der beiden Oberflächen R und R' , erhält man aus der Formel

$$F = \frac{n R R'}{(n-1) [n (R + R') - (n-1) e]}.$$

Diese Formel vereinfacht sich folgendermassen, wenn die Linse cylindrisch ist, d. h. wenn $R = R'$ und $e = 2 R$:

$$F = \frac{n R}{2 (n-1)}.$$

Um bei einem Index $n = 1,5$ für F den Werth 1 m zu erhalten, müsste der Cylinder einen Radius von $0,67\text{ m}$ haben, was praktisch unausführbar ist. Dieses Hinderniss schwindet jedoch gänzlich, wenn man die grosse Intensität der Concentrationsströmungen, welche gewöhnlich schon dem unbewaffneten Auge sichtbar sind, in Betracht zieht. Eine solche Intensität kann nur durch eine grosse Differenz der Dichtigkeit und der Brechungsindices der strömenden und der umgebenden Lösung verursacht werden. Da ich durchaus nicht die Absicht hatte, die Concentrationsströmungen in allen ihren Details zu untersuchen, so hoffte ich, dass auch bei einer kurzen Brennweite des Krystallisirgefässes die Einzelheiten klar genug zu beobachten sein würden. Andererseits war es für mich vortheilhafter, Versuche mit einer kurzen Brennweite des Krystallisirgefässes zu machen, weil man dann auch das Wachsen der kleinen, eben erst zu wachsen beginnenden Kryställchen mittelst eines Mikroskopes, dessen Objectivbrennweite etwas grösser war, als die Entfernung des Schirmes von der Krystallisirschale, beobachten konnte. Auf die Möglichkeit, bei mikroskopischen Untersuchungen die Schlierenmethode anzuwenden, hat unter anderem Lehmann hingewiesen (s. Molekularphysik). Derselbe benutzte sie mit Erfolg, trotzdem er nur Linsen mit kurzer Brennweite benutzen konnte. Darum entschloss ich mich, ungeachtet der oben angeführten Erwägungen, eine Reihe von Versuchen mit einem sehr kleinen Krystallisirgefäss, dessen Durchmesser 4 cm betrug, zu unternehmen. Da die Resultate dieser Versuche meine Erwartungen sogar überstiegen, so begann ich nun alle meine Versuche unter gleichartigen Bedingungen zu machen, indem ich ihnen den Charakter mikroskopischer Beobachtungen gab.

Die Wahl des Krystallisirgefässes. Die Dimensionen desselben hingen von der Objectivbrennweite des Mikroskopes ab, mit dessen Hülfe man die Strömungen in dem Krystallisirgefässe beobachten musste. Da eine starke Vergrösserung nicht als nothwendig zu erwarten war, so konnte man ein Objectiv mit einer Brennweite von ca. 3 cm benutzen. Als entsprechendstes

Krystallisirgefäß erwies sich eines von 4 cm Durchmesser; dasselbe wurde deswegen unter vielen ähnlichen gewählt, weil 1) seine Wände, von 1 mm Dicke, gleichmässiger als die der anderen waren, 2) es mit Wasser gefüllt ein sehr vollkommenes Bild eines beleuchteten Spaltes gab, und 3) die Wände mit dem Boden einen genauen rechten Winkel bildeten. Letzterer Umstand war deswegen unentbehrlich, damit die Abbildungen der am Boden des Gefäßes wachsenden Krystalle nicht verzerrt werden. Mit Wasser gefüllt gab das Krystallisirgefäß ein Bild des Collimatorspaltes in einer Entfernung von 2,0 cm von seiner Oberfläche.

Da die Schlierenmethode darauf begründet ist, dass die Störung der Homogenität der Linse oder des Mediums in deren Nachbarschaft ein Abweichen der Strahlen von ihrer Richtung verursacht, d. h. eine Art Aberration hervorruft, so kann man nicht die Frage umgehen, wieviel wir mit den eigentlichen Aberrationen der Linse selbst in unseren Versuchen zu thun haben. Wenn die Linse geometrisch genau richtig hergestellt ist, so ist der Effect der Aberration symmetrisch im Vergleich zur optischen Axe und kann den Effect der Strömungen, welche durch die Ungleichmässigkeit der Lösung hervorgerufen werden, nicht stören. Indem die Aberrationen eine Verschwommenheit der Abbildung der Lichtquelle bewirken, erlauben sie nicht, diese Abbildung mit dem Rande des Schirmes scharf abzublenzen und rufen im Gesichtsfelde Beleuchtungen hervor, welche die Einzelheiten der Strömungen zu unterscheiden hindern. Deswegen müssen die Aberrationen in der Schlierenmethode durch den Gebrauch achromatischer und aplanatischer Linsen auf ein Minimum gebracht werden. Es ist klar, dass das mit Wasser oder Salzlösung gefüllte Krystallisirgefäß dieser Bedingung nicht entsprechen kann, da dasselbe scharf ausgesprochene kaustische Curven giebt.

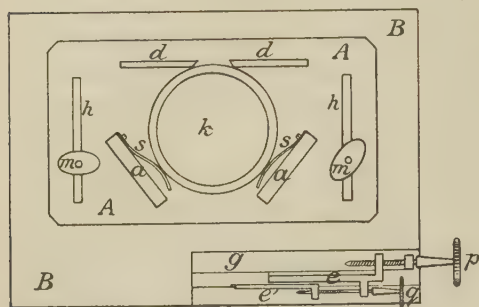
Deshalb musste man das Krystallisirgefäß zweckmässig diaphragmiren. Ich fand, dass die Breite des Diaphragma von 4 cm vollkommen genügend für alle meine Versuche war und eine genügende Klarheit der Abbildungen vollständig sicherte. Ausserdem war es nötig, die Abbildung in der Hauptbrennweite des Krystallisirgefäßes zu erhalten, da in diesem Falle die Einflüsse aller schädlichen Factoren sich bis auf ein Minimum verringern. Zu diesem Zwecke musste man einen Collimator einschalten, bestehend aus einem Spalt und einer achromatischen Linse. Dazu bediente ich mich eines Opernglasobjectives¹⁾ mit einer Brennweite von ca. 20 cm, welches die Abbildung des Spaltes ins Unendliche brachte.

1) Ich halte für nöthig mitzutheilen, dass alle von mir beschriebenen Apparate oder deren Theile, welche zu den Versuchen mit den Concentrationsströmungen dienten, ebenso wie diejenigen, welche zu den Versuchen mit den drehbaren Krystallisirgefäßes gehörten, von mir eigenhändig angefertigt worden sind. Die Kunst, mit einfachen Mitteln Apparate herzustellen, verdanke ich meinem Pariser Lehrer A. Cornu.

Das Tischchen für das Krystallisirgefäss.

Der Schirm. Das Krystallisirgefäss *k* wurde auf die Platte *A* gestellt und konnte zwischen dem Diaphragma *dd* und zwei Stückchen Holz *aa*

Fig. 2.



um seine eigene Axe gedreht werden, wobei zwei kleine Federn *ss* das Wackeln verhinder-
ten.

Die Platte *A* lag auf dem Tischchen *B* und konnte hin und her geschoben werden, wozu sie mit den Einschnitten *hh* versehen wurde, in welchen je ein Stift mit einer Schraube und einer Schraubenmutter *mm*

steckte. Diese Einrichtung erlaubte, die Platte mit dem Krystallisirgefässe dem Schirme *e*, welcher an das Tischchen *B* befestigt war, zu nähern oder davon zu entfernen. Der Schirm *e* konnte mit Hülfe der Schraube *p* in der Fuge *g* verschoben werden. Der Rand des Schirmes wurde von einem selbständigen Plättchen *e'* gebildet, welches mittelst der Schraube *q* geneigt werden konnte, so dass die Kante des Schirmes parallel zu der Abbildung des Spaltes gestellt werden konnte.

Die photographische Camera. Genau hinter dem Schirme befand sich das mikroskopische Objectiv, welches an eine Camera von entsprechenden Dimensionen angebracht worden war, auf deren Mattscheibe man die Abbildungen der Gegenstände, die sich im Krystallisirgefässe befanden, 2—4 Mal vergrößert erhalten konnte. Alle Photographien wurden durch Momentaufnahmen mit Hülfe eines Magnesiumblitzlichtes erhalten. Das Blitzpulver wurde auf die Stelle der Lampe gebracht, die bei der vorläufigen Aufstellung diente; die dazu nöthigen Portionen des Pulvers wurden vorher auf Papierchen geschüttet, in eine vor dem Spalte sich befindende Pincette eingeklemmt und angezündet.

Die Hervorrufung der Strömungen. Das vorläufig erwärmte Krystallisirgefäss wurde bis zu einer gewissen Höhe mit einer etwas übersättigten Lösung von schwefelsaurem Zinkammonium $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ gefüllt. Dieses Salz wurde deshalb von mir gewählt, weil es mir späterhin, wie wir es sehen werden, zu den Versuchen über das Wachsthum der Krystalle diente.

Diese einfache Kunst hat unschätzbare Vortheile für einen Experimentator. Abgesehen von der grossen Ersparniss von Kosten und Zeit erscheint am wichtigsten der Umstand, dass man alle Vorzüge und Mängel der selbstverfertigten Apparate kennt, welche nun gleichsam als ein Theil des Experimentators selbst erscheinen.

Die Höhe der Lösung wurde so gewählt, dass man sie auf der Abbildung in der Camera in einiger Entfernung vom Boden des Krystallisirgefässes sehen konnte. Dasselbe musste unbedingt mit einer Glasplatte dicht geschlossen werden, da im entgegengesetzten Falle sich auf der Oberfläche der Lösung, was nicht erwünscht war, Kryställchen zu bilden begannen. Nach Verlauf einiger Zeit fingen die Kryställchen auf dem Boden des Gefässes an zu wachsen. Es wurde eine solche Concentration der Lösung gewählt, bei welcher die Kryställchen nicht in grosser Zahl sich bilden konnten. So wie sich das Erscheinen eines Kryställchens bemerkbar machte, wurde das Gefäss durch Drehen in derartige Lage gebracht, dass das Kryställchen in das Gesichtsfeld der Camera kam. Nachdem man die Camera eingestellt hatte, konnte man die Abbildung der Concentrationsströmungen finden, die als leuchtende Schlieren erschienen; dann wurde die Lampe entfernt und eine Reihe von Aufnahmen in gleichen Zeiträumen (3—5 Min.) gemacht, welche nicht nur die Natur der Strömungen und die Gestalt des wachsenden Krystalles, sondern auch die im Zeitverlaufe sich bildenden Veränderungen beider zeigten.

Die Resultate der Versuche.

Auf Tafel VII ist eine Reihe von Aufnahmen durch je ca. 4 Min. lange Zeiträume getrennter aufeinanderfolgender Wachsthumstadien eines Zinkammonsulfatkrystalles wiedergegeben. Die Abbildungen sind 2,6 mal vergrössert.

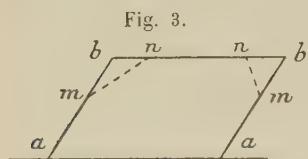
Auf jeder Abbildung sehen wir einen Krystall auf dem Boden des Krystallisirgefässes liegen. Zugleich sehen wir auch das Niveau der Lösung in dem Gefässe. Vom Krystalle steigt ein Faden des Concentrationsstromes nach oben bis an die Oberfläche der Flüssigkeit, und von derselben ins Innere der Lösung zurückgeworfen, verschwindet er daselbst.

Zum vollkommenen Verständniss der Tafel sei bemerkt, dass das Kryställchen dann erschienen war, als die Lösung noch nicht ganz abgekühlt war, so dass die Uebersättigung bei seinem Erscheinen noch nicht das Maximum erreicht hatte. Dass die Lösung während des Wachsens des Krystalles ihr Erkalten fortsetzte, beweisen die schwachen Strömungen der abgekühlten sinkenden Lösung. Diese letzteren sind auf den vier ersten Abbildungen zu sehen — besonders deutlich auf der dritten. Dieser Gang der Erscheinungen ermöglichte ein mehr allgemeines Bild der Wirkungsthatigkeit der Concentrationsströmungen zu entwerfen.

Auf der Tafel ist es zu sehen, dass die Energie der Concentrationsströmungen je nach dem Abkühlen der Lösung, d. h. je nach der Steigerung der Uebersättigung zunimmt. Indem man die einzelnen Abbildungen mit einander vergleicht, kann man den Schluss ziehen, dass bei schwachen Concentrationsströmungen der Krystall bedeutend regelmässiger als bei starken wächst. In der That, auf den ersten vier Abbildungen

sind die Konzentrationsströmungen noch schwach, und der Krystall zeigt sich in einer von regelmässigen ebenen Flächen begrenzten Form, wobei erstere sich in geraden Kanten schneiden. Auf der fünften Abbildung beginnt die Zunahme der Konzentrationsströmungen, welche die Verzerrung der regelmässigen Contouren des Krystalles mit sich bringt. Auf der zehnten (letzten) Abbildung erreichen die Strömungen und die Verzerrung der Form ihr Maximum; die Strömungen werden stürmisch, und die Form zeigt beinahe keine polyëdrische Begrenzung mehr. So eine Verzerrung der polyëdrischen Form durch die Konzentrationsströmungen kann nicht ohne Wirkungen auf den inneren Bau des Krystalles bleiben; Krystalle, die unter dem Einflusse starker Konzentrationsströmungen gewachsen sind, sind dermassen von Einschlüssen überfüllt, dass sie ihre Durchsichtigkeit verlieren.

Die Konzentrationsströmungen streben den Krystall abzurunden. Die übersättigte schwere Lösung strömt dem unteren Theile der Seitenflächen des Krystalles zu, wo sie einen Theil des festen Stoffes abgiebt und aufsteigt, indem sie die Strömungen, welche den oberen Theilen der Fläche zufließen, mit sich fortreisst. Auf diese Art werden die oberen Theile der Seitenflächen weniger als die unteren genährt, was zweifache Folge hat: 1) Die Seitenflächen werden treppenförmig und streben im Allgemeinen, mit dem Boden des Krystallisirgefässes (um den Krystall herum) einen stumpferen Winkel zu bilden, 2) erscheinen auf den oberen Kanten der Seitenflächen Flächen, welche die Kanten abstumpfen. Der letzte Umstand dient so zu sagen als Regulator des Wachsens. In der That ist die



Ausdehnung der entstehenden Flächen mn (s. Fig. 3) nach der Richtung der Strömungen kleiner als die Summe der Dimensionen der Abschnitte mb und nb , die von den Flächen abgeschnitten werden, wodurch die gesammte Nahrungsfläche verringert wird. Späterhin können Flächen entstehen, welche auch die Winkel m und n u. s. w. abstumpfen, so dass der Krystall einen abgerundeten Umriss annimmt.

Die Abbildungen 4—10 auf Tafel VII geben uns die Möglichkeit, einen richtigen Begriff von dem sogenannten Krystallisationshofe zu erhalten. Bei einer Betrachtung von oben zeigt sich gewöhnlich der Krystallisationshof einem Flecken ähnlich, in dessen Mitte der Krystall sich befindet, und dessen Ränder verschwommen sind. Es ist bekannt, dass der Krystallisationshof besonders leicht bei der Krystallisation stark farbiger Stoffe zu beobachten ist, wo er als Flecken erscheint, der weniger intensiv als die ihn umgebende Lösung gefärbt ist. Die Form und ein geringerer Grad der Concentration eines solchen Hofes kann leicht dazu verleiten, dass man seine Ausdehnung der Wirkungssphäre der Krystallisa-

tionskraft zuschreibt, was jedoch dem Experimente Frankenheim's, welches oben angeführt ist, widersprechen würde.

Wenn wir die Abbildungen der Stadien des wachsenden Krystalles auf Tafel VII beobachten, kommen wir leicht zum Schlusse, das man als Krystallisationshof, im engen Sinne des Wortes, etwas ganz Anderes bezeichnen sollte, nämlich diejenige Schicht der Lösung, welche sich unmittelbar an den Krystall anschliesst. Diese Schicht nährt den Krystall und ist die Ursache der Concentrationsströmungen. Die Concentration in dieser Schicht muss schwächer als die der umgebenden Lösung sein, weil aus derselben auf den Krystall Substanz abgelagert wird. Jedoch ist die Concentration dieser Schicht höher, als diejenige der gesättigten Lösung, weil sie früher nach oben gezogen wird, ehe sie den ganzen Ueberschuss der festen Substanz auf den Krystall abzulagern im Stande ist. Auf den Abbildungen der Taf. VII erscheint diese Schicht an der Contour des Krystalles als ein schmaler heller Streifen. Dasjenige, was man gewöhnlich den Krystallisationshof nennt, ist nichts anderes als eine von oben aus beobachtete Concentrationsströmung.

Die Concentrationsströmungen verursachen das Erscheinen der Vicinalflächen. Bei der Krystallisation orientiren sich die Molekeln auf den Flächen des Krystalles ganz gleichförmig durch den Einfluss der Richtkraft der Krystallisation. Jedoch müssen sich diese Kräfte unbedingt mit den Kräften, durch welche die Molekeln von den Concentrationsströmungen fortgezogen werden, zu einer Kraft zusammensetzen. Die sich ablagernden Molekeln orientiren sich nach den Richtungen, die den resultirenden Kräften entsprechen, und am Ende erhält man Flächentheile, welche um einen mehr oder weniger kleinen Winkel aus ihrer normalen Lage gebracht worden sind. Dieses sind die Vicinalflächen. Es ist klar, dass die Lage solcher Vicinalflächen von folgenden Factoren abhängt: 1) Von der Intensität der Strömungen; 2) von der Richtung der Strömung in Bezug auf die normale Lage der Fläche, und 3) von der Form der Fläche, welche selbstverständlich in einem mehr oder weniger directen Zusammenhange mit der Symmetrie des Krystalles steht.

Späterhin (im 9. Abschnitte) werden wir sehen, dass die Energie des Wachsthums der Fläche, bis auf einen gewissen Factor genau, der sich in nicht weiten Grenzen ändert, umgekehrt proportional zur reticulären Dichte der Fläche des Krystalles steht. Bei sehr geringer reticulärer Dichte, wie sie sich für die Vicinalflächen ergibt, wenn man ihre Symbole nach den beobachteten Winkeln berechnet, wird diese Energie so gross, dass eine solche Fläche verwächst und verschwindet. Deswegen darf man die Vicinalflächen nicht als Flächen mit complicirten Symbolen betrachten, wie es sehr viele Krystallographen zu thun pflegen.

Ebensowenig darf man die Vicinalflächen als Flächen mit einfachen

Symbolen auffassen, welche aber, nach der Terminologie Jerofejew's, zu verschiedenen »zusammengehäuften« Individuen gehören, und zwar deswegen, weil die Winkel dieser Flächen nicht genau den idealen Grössen, welche die Symmetrie erfordert, entsprechen. Diese Ansicht ist das Resultat eines falschen Begriffes vom Krystalle, als von einem Individuum, das sich unbedingt durch einen bestimmten Anfangspunkt des Wachstums auszeichnet. Wir können den Krystall nur dann als aus mehreren Individuen bestehend betrachten, wenn man in ihm mehrere solcher Punkte nachweisen kann. Andererseits erhält man den Begriff »Zusammenhäufungen der Individuen« in Folge einer einseitigen Vorstellung vom Krystalle, wenn man ihn nur als geometrischen Körper betrachtet. Beide Ansichten über die Vicinalflächen haben nur dadurch entstehen können, dass man den Krystall an und für sich, unabhängig von dem Medium, in welchem er sich bildet, betrachtete.

Die Grenze des Wachstums. Durch die Concentrationsströmungen erklärt es sich leicht, warum der Krystall, nachdem er eine gewisse Grösse erreicht hat, dem Anscheine nach zu wachsen aufhört, trotzdem die ihn umgebende Lösung auch noch stark übersättigt ist und leicht neue kleine Kryställchen erscheinen können. Auf diesen Umstand weist Retgers¹⁾ hin, der ein ganzes Kapitel in seinen Forschungen über den Isomorphismus dieser Frage gewidmet hat. Er ist geneigt, eine derartige Unterbrechung des Wachsens durch eine besondere Veränderung der Oberfläche des Krystalles, welche »träge« wird, zu erklären, und weist darauf hin, dass diese Erscheinung durch eine ganz besondere Individualität sich charakterisirt, so dass die »Wachstumsgrenze« der Krystalle, die aus verschiedenen Substanzen bestehen, sehr verschieden wäre. Retgers erklärt aber den Mechanismus der Bildung solcher trägen Schicht gar nicht und unterwirft überhaupt die Ursachen der Erscheinung keiner genaueren Analyse; deshalb will ich auch nicht seine Hypothese kritisiren, welche mir unwahrscheinlich vorkommt. Meiner Meinung nach ermöglichen die untersuchten Erscheinungen der Concentrationsströmungen, sofort den Begriff einer vorhandenen Grenze des Wachstums zu erklären. Mit der Abnahme der Concentration der krystallisirenden Lösung steigt die deconcentrirte Schicht der Lösung, welche den Krystall direct umgiebt, immer weniger und weniger leicht nach oben, was sich durch die allmähliche Verkürzung der Schlieren der Concentrationsströmungen offenbart, die ich sehr deutlich beobachten konnte. Es ist klar, dass ein Moment eintreten muss, wo diese Schicht überhaupt nicht mehr im Stande sein wird, aufzusteigen, weil der Mangel an fester Substanz rascher durch die Diffusion ersetzt werden wird, als es der Schicht gelingt, die nöthige Geschwindigkeit zum Aufsteigen zu erlangen.

1) Zeitschr. f. physik. Chemie 1892, 9, 278—292. Ref. diese Zeitschr. 24, 417.

Von dem Momente aus also, wo die Geschwindigkeit des durch die Diffusion bewirkten Zuflusses mit derjenigen der Ablagerung der Substanz auf dem Krystall sich ausgleicht, verschwinden die Strömungen, und der Krystall beginnt nun, lediglich unter dem Einflusse der Diffusionsströmungen zu wachsen. Es tritt ein Stillstand in der Krystallisation ein, weil die Diffusion sehr langsam vor sich geht. Es ist leicht zu begreifen, dass dieser Stillstand bei weniger energisch wachsenden Flächen eher eintritt. Dieses stimmt vollkommen mit den Versuchen Lecoq de Boisbaudran's¹⁾ überein, nach denen »eine übersättigte alkalische Alaunlösung, in welcher sich kubische Krystalle dieses Salzes befinden, bei gewisser Temperatur andere Dichte besitzen wird, als in dem Falle, wenn in ihr sich oktaëdrische Krystalle befinden würden. Im ersten Falle wird die Flüssigkeit mehr concentrirt sein als im zweiten, und nachdem die Ablagerung der Substanz auf den Würfeln aufgehört hat, wird sie jedenfalls noch im Stande sein, auf den Oktaëdern Substanz abzulagern«. Um diese Worte Lecoq de Boisbaudran's zu verstehen, muss man sich erinnern, dass eine alkalische Alaunlösung in Würfeln krystallisirt, d. h. darin die oktaëdrischen Flächen schneller wachsen als die kubischen. Also wird die Concentration, bei welcher die Strömungen auf kubischen Flächen vollständig verschwinden, grösser sein als die, welche dem Verschwinden der Strömungen für Oktaëder entspricht, so dass die oktaëdrischen Flächen noch mit bemerkbarer Geschwindigkeit bei jener Concentration wachsen können, bei welcher für die kubischen Flächen der Stillstand eintritt. Diesen Umstand muss man bei der Messung der relativen Geschwindigkeit des Flächenwachstums in Betracht ziehen und die Krystallzucht nicht zu Ende führen, d. h. nicht die totale Ausscheidung des Ueberschusses der festen Substanz aus der übersättigten Lösung zulassen.

Die Geschwindigkeit des Wachstums hängt von der Neigung der Fläche zum Horizonte in der Mutterlauge ab. Dieses war leicht durch Messungen zu constatiren. Wenn der Krystall des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ in dem Krystallisirgefässe, dessen Boden horizontal ist, sich auf der Fläche $(\bar{1}\bar{1}0)$ liegend bildet, so begrenzt die andere Fläche (110) den Krystall oben horizontal, die beiden übrigen seitlich, indem sie mit dem Boden des Gefässes Winkel bilden, die einander zu 180° ergänzen. Wenn man einen in dieser Weise gewachsenen Krystall betrachtet, so bemerkt man auf der unteren Fläche des Prismas den Punkt o — den Anfangspunkt des Wachstums; dieser Punkt liegt näher dem stumpfen Winkel b als dem spitzen Winkel a des Krystalles, und ausserdem ist das Verhältniss ob/oa für alle Krystalle

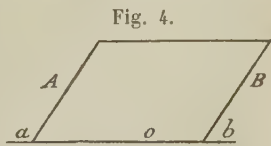


Fig. 4.

1) Compt. rend. 1879, 88, 629. Ref. diese Zeitsch. 4, 404.

constant. Davon überzeugete ich mich durch Messungen, von welchen vier in folgender Tabelle angeführt sind.

Nr. des Krystalles:	1	$ob/oa = 0,60$
- - -	2	$- = 0,68$
- - -	3	$- = 0,64$
- - -	4	$- = 0,66$

Durchschnittlich $ob/oa = 0,645$.

Also ist die Geschwindigkeit des Wachsthum's zweier Flächen des Prismas ungleich und steht im constanten Verhältnisse 0,645. Dies erklärt sich unmittelbar dadurch, dass in dem stumpfen Winkel, welcher durch die Fläche A und die Bodenfläche des Gefässes gebildet wird, die Concentrationsströmung leicht nach oben steigen und einen schnelleren Stoffwechsel bewirken kann, als im spitzen Winkel auf der Fläche B , wo die Strömung begreiflicher Weise stocken muss. Die Geschwindigkeit der Strömung längs A und B befindet sich selbstverständlich in constantem Verhältnisse, welches jenem der Wachsthumsgeschwindigkeiten beider Flächen gleicht, und zwar muss dieses Verhältniss eine Function des Winkels b sein. Die oben angeführten Messungen führen am einfachsten zu der empirischen Function

$$\frac{ob}{oa} = 1 - \cos b.$$

Da im vorliegenden Falle $b = 70^\circ$, so ist $\cos b = 0,342$ anstatt des gemessenen Werthes 0,355.

Inwiefern dieser Ausdruck Anspruch auf allgemeine Gültigkeit und was für eine physikalische Bedeutung er hat, will ich hier nicht untersuchen.

Durch das Vorhergehende erklärt sich leicht die ungleiche Entwicklung krystallographisch gleicher Flächen eines Krystalles. Indem ich hier auf eine genauere Untersuchung dieser Frage verzichte, weise ich darauf hin, dass der Habitus der Krystalle irgend einer Minerallagerstätte hauptsächlich durch die Configuration und Orientirung des Hohlraumes, in welchem die Mineralien sich bildeten, bedingt sein muss (ich sehe hier ab von dem Einflusse der Beimischungen in der Mutterlauge, die ebenfalls auf die Form des Krystalles einen Einfluss ausüben).

Hieraus kann man eine für die Messungsversuche über die Wachsthumsgeschwindigkeit der Flächen sehr wichtige Schlussfolgerung ziehen, nämlich: dass ein Vergleich der Geschwindigkeit des Wachsthum's verschiedener Flächen nur in dem Falle möglich ist, wenn die zu vergleichenden Flächen gleich gegen die Richtungen der Concentrationsströmungen orientirt sind.

2. Die Methode der Messungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen.

Die allereinfachste Art, die Geschwindigkeit des Wachstumes verschiedener Flächen ein und desselben Krystalles zu messen, besteht in der directen Bestimmung der linearen Grössen am Krystall in zwei oder mehreren Stadien des Wachsens¹⁾. Jedoch ist diese Art nicht in allen Fällen praktisch anwendbar und kann zu falschen Resultaten führen. Es ist leicht begreiflich, dass nur in den Fällen, wo jede Fläche an dem Krystalle eine physikalisch identische Gegenfläche hat, diese Methode anwendbar ist. Um den Krystall zu messen, muss man denselben jedesmal aus seiner Mutterlauge herausnehmen. Dadurch wird die Lösung zur unmittelbaren Weiterbenutzung untauglich, da die durch das Herausnehmen des Krystalles verursachte Störung meistens die Ausscheidung einer Menge kleiner Krystalle nach sich zieht. Die Lösung muss filtrirt oder durch eine neue ersetzt werden. Jedenfalls können wir, wenn der gemessene Krystall wieder in die Lösung zurückgesetzt ist, nicht überzeugt sein, dass derselbe unter den früheren Bedingungen weiter wächst und nicht theilweise gelöst wird. Eine Controle der Versuche wird auf solche Weise total unmöglich, da die sich neubildenden Schichten der Substanz alle Spuren der ehemaligen freien Oberfläche des Krystalles vertilgen. In Anbetracht dessen ist es erwünscht, den Versuch derart einzurichten, dass der in die Lösung versenkte Krystall 1) sich nicht von der Oberfläche aus auflöst, und dass 2) man unter der neugebildeten Substanzschicht stets deutlich die früheren Unrisse des Krystalles unterscheiden kann. Wenn wir dann den Krystall nach entsprechenden Ebenen durchschneiden, werden wir im Stande sein, die Dicke der auf verschiedenen Flächen aufgewachsenen Schichten zu messen und aus diesen Messungen die absolute Geschwindigkeit des Wachstumes, wenn die Dauer desselben bekannt ist, oder was einfacher und zulässiger ist, die relative Geschwindigkeit des Wachstums des Krystalles in den zu den Flächen senkrechten Richtungen zu bestimmen.

Ich fand die Lösung dieser experimentalen Aufgabe in den isomorphen Unwachsungen²⁾ (episomorphen Krystallisationen). Wenn man einen Krystall in eine gesättigte resp. übersättigte Lösung eines sich leichter auflösenden Stoffes, welcher mit dem ersteren isomorph ist, bringt, so löst sich dieser Krystall nicht im Geringsten auf. Ob das zweite in eine Lösung gebrachte Salz intact bleibt oder nicht, dafür ist somit bei isomorphen Verbindungen

1) S. L. Pasteur, *Études sur les modes d'accroissement des cristaux et sur les causes de variations de leurs formes secondaires*. Compt. rend. 1856, **43**, 795.

2) K. von Hauer, *Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss.* 1860, **39**, 438; **53** (II), 223.

einfach ihre relative Löslichkeit entscheidend. Das leichter lösliche stumpft die Flüssigkeit für das schwerer lösliche Salz vollkommen ab.«

Damit wird die erste Bedingung befriedigt. Was die zweite Bedingung betrifft, so kann sie am einfachsten durch solche Wahl der Substanzen erfüllt werden, dass die aufgewachsene Schicht scharf durch ihre Farbe oder ihre Natur oder erst durch Einwirkung von Reagentien vom Kerne zu unterscheiden ist. Die Methode, die Kruste zu färben, war schon von Loir¹⁾ angewandt worden, der unter Anderem sagt: »Die Methode, welche ich gebrauche, besteht in der Anwendung isomorpher Körper, die von verschiedener Farbe sind. Gewöhnliche und Chromalaune eignen sich vorzüglich zu diesen Versuchen.« Selbstverständlich kann auch diese Methode nicht in allen Fällen angewandt werden, da dieselbe ausser der zu untersuchenden Substanz das Vorhandensein noch einer mit ihr isomorphen und ausserdem weniger löslichen Substanz, welche als Krystallisationskern dienen kann, erfordert. Da ich nicht die Absicht hatte, streng bestimmte, von meiner Auswahl unabhängige Stoffe zu untersuchen, sondern im Gegenteil die Wahl des Materials ganz von mir abhing, so blieb ich bei dieser Methode.

Ausserdem war die Wahl, auf welche Art die Krystalle zu erhalten seien, sehr wichtig. Unwillkürlich musste ich den Zeitverlust in Betracht ziehen und bei der Krystallisation aus übersättigten Lösungen beim Abkühlen bleiben, da sonst ein jeder Versuch so viel Zeit beansprucht haben würde, dass die Vollendung der Arbeit viele Jahre erfordert hätte.

Es ist zu bemerken, dass das Studium der Arbeiten Lecoq de Boisbeaudran's über das Wachstum und die Auflösung der Krystalle leicht zum Schlusse führen kann, dass die Methode in einer so einfachen Form bei weitem nicht für eine genaue Bestimmung der Geschwindigkeit des Wachsens verschiedener Flächen ein und desselben Krystalles genügt. Auf Grund der Versuche über einen Krystall von Chromalaun, der mit einer Aluminium-Ammoniak-Alaunkruste überwachsen war, kam Lecoq de Boisbeaudran zu dem Schlusse²⁾, dass der Wechsel der Wachstumsbedingungen nicht sogleich auf den Krystall wirkt, sondern der Krystall hier eine bestimmte Art von Widerstand zeigt. In Folge dessen »existirt zwischen der Concentration, bei welcher der Krystall sich aufzulösen, und derjenigen, bei welcher er zu wachsen aufhört, eine Stillstandsperiode, deren Dauer weniger begrenzt ist, als man es sich a priori denken könnte«. Diese Trägheit des Krystalles ist für verschiedene Flächen³⁾ verschieden, so dass beim Wachsen des Krystalles einige Flächen bei der Verringerung der Concentration bis zu der bestimmten Grenze sich aufzulösen beginnen, während

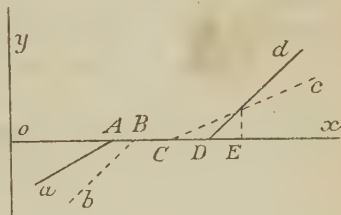
1) A. Loir, Compt. rend. 4884, 92, 4466. Ausz. diese Zeitschr. 6, 279.

2) Compt. rend. 1875, 80, 888.

3) Compt. rend. 1879, 88, 629. S. auch diese Zeitschr. 4, 404.

andere Flächen ihr Wachstum fortsetzen können. Lecoq de Boisbaudran erklärt seine Erwägungen durch folgendes Diagramm. Mögen ox die Concentrationen und oy die Quantitäten des sich ablagernden Stoffes in einer Zeiteinheit vorstellen. Die Linie $aADd$ wird das Gesetz des Verhaltens der Lösung zu einer der Flächen (z. B. zum Würfel) und die Linie $bBCc$ zu der anderen (z. B. Oktaëder) darstellen. Diese Linien sind nur der Einfachheit halber als Gerade angenommen. »Diesseits von A vom Anfange o an lösen sich beide Arten der Flächen auf. Von A bis B existirt keine Wirkung auf den Würfel, wohl aber noch Auflösung des Oktaëders.«

Fig. 3.



»Von B bis C ist die Lösung inert sowohl für den Würfel als für das Oktaëder. Von C bis D giebt es keine Wirkung auf den Würfel, wohl aber geht die Ablagerung der Substanz auf dem Oktaëder vor sich. Von D bis E lagert sich die Substanz ebenso auf den Würfel wie auch auf das Oktaëder ab, jedoch auf dem letzteren bedeutend energischer. Von E an wächst der Würfel schneller als das Oktaëder. Die Krystallisation zwischen C und E erzeugt hexaëdrische Krystalle, eine schnellere (bei stärkerer Concentration) oktaëdrische. Die beiden Formen werden in umgekehrtem Verhältnisse entwickelt sein. Dieses ist das allgemeine Gesetz.«

Auf solche Weise ist nach Lecoq de Boisbaudran die Sättigung der Lösung nicht die Grenze des Wachstums und der Auflösung der Flächen; jeder Art von Flächen kommen zwei Grenzen zu, zwischen welchen die Lösung auf sie keine Wirkung ausübt, und diese Grenzen wechseln von einer Fläche zur anderen. Deshalb muss die Stoffmenge m , welche sich in einer Zeiteinheit auf der Fläche ablagert, abhängig von der Concentration δ sein, und in erster Annäherung durch die Formel

$$m = a(\delta - \delta')$$

dargestellt werden können, wo a (eine Constante) und δ' (die Concentration) von Fläche zu Fläche sich ändern. Die von mir angeführte Methode ist nur in dem Falle anwendbar, wenn δ' für alle Flächen gleich ist, und muss daher zu dessen Bestimmung für nicht entsprechend anerkannt werden, wenn die Ideen Lecoq de Boisbaudran's richtig sind. Es ist jedoch nicht schwer zu begreifen, dass die Erscheinung der Trägheit der Flächen lediglich als Folge der Wirkung der Concentrationsströmungen anzusehen ist, worüber schon früher im Kapitel über die Concentrationsströmungen, bei Gelegenheit der Grenze des Wachstums, gehandelt worden ist.

Klocke¹⁾ sprach sich gegen die von Lecoq de Boisbaudran an-

1) Berichte d. Freib. n. Ges. 1878, 7, Nr. 2. Ref. diese Zeitschr. 2, 293.

genommene Trägheit der Flächen aus. Er hatte beobachtet, dass die kleinste Verringerung der Concentration der gesättigten Lösung ein Erscheinen von Aetzfiguren zu gleicher Zeit auf allen Flächen hervorruft. Lehmann¹⁾ bewies, dass beim Wachsen einer Fläche das Auflösen einer anderen nicht gleichzeitig vor sich gehen kann, wenn die Temperatur des den Krystall umgebenden Mediums überall gleich ist.

Deshalb muss man annehmen, dass die Concentration δ' bei einer bestimmten Temperatur für alle Flächen gleich ist und mit derjenigen der Lösung δ_0 bei derselben Temperatur übereinstimmt, so dass die Curven, welche die Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Flächenwachstums von der Concentration der Lösung darstellen, alle einen gemeinsamen Punkt haben, welcher der Concentration der gesättigten Lösung entspricht und auf der Axe ox liegt; von diesem Punkte aus gehen sie stetig in die Curven der Löslichkeitsgeschwindigkeit über. Die Trägheit der Krystallflächen ist nur dem Verschwinden der Concentrationsströmungen bei der Annäherung der Concentration der Lösung an die Sättigung zuzuschreiben. Auf solche Weise können wir die eigentliche Geschwindigkeit des Wachstums aller Flächen messen, solange wir nicht die Concentration der Lösung überschreiten, bei welcher die Concentrationsströmungen verschwinden und die Diffusion eintritt.

In diesem Kapitel beschränke ich mich darauf, nur das Wesen der Methode zu besprechen, da ich es für geeigneter halte, ihre Einzelheiten in dem Kapitel, welches ich der Erklärung meiner Versuche widmen werde, zu beschreiben.

3. Die Wahl des Materials.

Ausser den Bedingungen, die im vorhergehenden Kapitel auseinander-gesetzt worden sind, musste ich mich in der Wahl des Materiales nach zwei Grunderwägungen richten. Zunächst darf die Symmetrie der Krystalle keine hohe und die Combination der die Krystalle begrenzenden Formen nicht eine zu einfache sein; dieses ist in Rücksicht auf die Allgemeinheit der Endresultate unentbehrlich. Zweitens muss man leicht und gut krystal-

1) Molekularphysik I, 299. »Man denke sich einen solchen etwa prismatischen (hemimorphen) Krystall zwischen zwei gallertartigen Massen eingeklemmt, welche mit gesättigter Lösung getränkt sind und mit einander in Verbindung stehen. Könnte wirklich der Krystall gleichzeitig an einem Ende wachsen, am anderen sich auflösen, so würde er sich mit dem sich auflösenden Ende voran verschieben, indem am anderen Ende sich immerfort neues Material ansetzte. Der Substanzverbrauch der Lösung an dieser Seite würde durch Diffusion von der anderen Seite her wieder ausgeglichen. Man hätte also nur den Krystall seitlich gegen eine Frictionsscheibe drücken zu lassen, um so in infinitum Arbeit zu erhalten, während gleichzeitig auf der einen Seite die Temperatur steigt, auf der anderen sinkt, was mit den Principien der mechanischen Wärmetheorie in Widerspruch steht.«

lisirenden Stoffen den Vorzug geben, um Messungen von grösserer Genauigkeit zu erhalten. In dieser Hinsicht Rath suchend, wandte ich mich zu den »Krystallogenetischen Studien« K. von Hauer's¹⁾, des berühmten Forschers auf dem Gebiete der Krystallzucht, in welchen er einen ganzen Abschnitt seinen Versuchen über »episomorphe Krystallisation«²⁾ widmet. Indem K. von Hauer die episomorphe Krystallisation der Glieder einer Reihe schwefelsaurer Doppelsalze von der Zusammensetzung $\overset{I}{R}_2\overset{II}{R}(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, wo $\overset{I}{R} = K, NH_4, Rb, Cs$ und $\overset{II}{R} = Mg, Zn, Fe, Ni, Co, Mn, Cu$, untersucht, sagt er darüber Folgendes: »Die mannigfaltigen Farbenverschiedenheiten, welche die schwefelsauren Doppelsalze der Magnesiagruppe, wenn man auch ihre Mischungen unter einander und die möglichen Combinationen mit Chromsäure hinzurechnet, darbieten, machen es möglich, Krystalle darzustellen, deren Schönheit eine in der That seltene ist. Durch langsame Krystallisation bei niedriger Temperatur bilden sich nämlich durchsichtige Schichten, wodurch Farbenerscheinungen hervorgebracht werden, wie sie wohl nie auf einem einzelnen Krystalle gesehen werden.«

Wenn man auch die hier hervorgehobene Schönheit der erhaltenen Krystalle ohne Beachtung lässt, so ist doch immer noch aus diesen Zeilen klar, dass die Reihe der bezeichneten Doppelsalze im höchsten Grade sich zu episomorphen Krystallisationen eignet. Dieses wird durch die ferneren Worte von Hauer's bestätigt, welche im Besonderen das Mohr'sche Salz $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ betreffen:

»Von allen hierher gehörigen Salzen ist das schwefelsaure Eisenoxydul-ammoniak das am leichtesten lösliche, daher alle übrigen in seiner Auflösung fortwachsen können.

»Bei langsamer Krystallisation schiesst das Eisensalz fast absolut durchsichtig an, so dass der davon umhüllte Krystall wie von Glas umschlossen zu sein scheint. Es ist dies die schönste aller hierher gehörigen Krystallbildungen.«

Diese Worte von Hauer's, die ziemlich niedrige Stufe der Symmetrie dieser schwefelsauren Doppelsalze (monoklines System) und die ziemlich reiche Combination der Krystallflächen in Betracht ziehend, beschloss ich, bei dieser Reihe von Salzen, besonders aber beim Mohr'schen Salze $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ zu bleiben und meine Versuche so zu leiten, dass dieses Salz auf einem Kerne von Krystallen des dem Mohr'schen analogen Zinksalzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ eine Kruste bilde. Das letztere Salz erhält man, wie meine Versuche erwiesen, auch sehr leicht in guten und ziemlich grossen Krystallen, obwohl nicht so leicht, wie das Eisensalz. Die Wahl dieser

1) Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. **39**, 611—622; **40**, 539—555, 589—607.

2) l. c. **39**, 611—618.

beiden Salze rechtfertigte sich, wie wir es weiter bei der Analyse ihrer krystallographischen Eigenschaften sehen werden.

Die Möglichkeit der Benutzung des Zinksalzes als Kern bei der Krystallisation des Eisensalzes liegt in dem Verhältnisse der Lösbarkeit beider Salze. Die Löslichkeit des Zinksalzes ist beinahe doppelt so gering wie die des Eisensalzes.

Krystallographische Charakteristik der Krystalle von $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ und von $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Hier will ich mich nicht mit einer weitläufigen krystallographischen Beschreibung dieser Verbindungen, mit welchen ich alle meine Versuche über die Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen gemacht habe, aufhalten. Diese und die ihnen isomorphen Salze sind von Murmann und Rotter¹⁾ und später von Tutton²⁾ genau beschrieben worden, auf deren Arbeiten ich verweise; ich beschränke mich hier nur auf das, womit das Wesentliche meiner Untersuchung unmittelbar zusammenhängt.

Beide Salze krystallisiren monoklin mit sehr nahe gleichen Constanten und optischen Eigenschaften. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse der Messung dieser Salze durch Murmann und Rotter:

Chemische Zusammensetzung:	$Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$
Axenverhältniss:	0,7375 : 4 : 0,5009	0,7466 : 4 : 0,4950
Axenwinkel:	73° 49'	73° 42'
Optische Orientirung:	(001) $\beta c = 81^\circ 27'$	(001) $\beta c = 82^\circ 55'$
Winkel der optischen Axen:	$\begin{smallmatrix} + \\ 78^\circ 35' \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} + \\ 76^\circ 52' \end{smallmatrix}$
Brechungsindices:	1,490—1,495	1,487—1,492

Diese Tabelle zeigt, dass die Krystalle beider Salze beinahe identisch nach ihren geometrischen und optischen Constanten sind. Der grösste Unterschied der entsprechenden Zahlen übersteigt nicht 2 %, was beinahe in den Fehlergrenzen der Messungen liegt.

Was die Flächencombinationen anbetrifft, so bestehen sie hauptsächlich aus den Formen: {110}, {001}, {010}, {011}, {20 $\bar{1}$ }, {111}, {11 $\bar{1}$ }.

Ausserdem kommen bedeutend seltener folgende Formen vor: {120}, {130}, {21 $\bar{1}$ } und {121}.

Die erwähnte Uebereinstimmung der geometrischen Constanten begünstigt sehr die episomorphe Krystallisation beider Salze. Jedoch bewirkt dieselbe keine Aehnlichkeit der äusseren Form der Krystalle.

An den Zinksalzkristallen sind hauptsächlich die Flächen von {110}, an den Eisensalzkristallen ausserdem noch diejenigen von {20 $\bar{1}$ } entwickelt.

1) Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1859, **34**, 435—495.

2) Diese Zeitschr. 1893, **21**, 491—573.

Dieser Unterschied in der äusseren Form wird noch durch die verschiedene Lage des am Boden des Krystallisirgefässes wachsenden Krystalles gesteigert, da in diesem Falle die äussere Form von der Richtung der Concentrationsströmungen gegen die Krystallflächen abhängt. Wie schon erwähnt wurde, entwickeln sich am meisten die horizontalen und die wenig zum Horizonte geneigten Flächen. Die Krystalle des Zinksalzes wachsen gewöhnlich auf den Flächen $\{110\}$ und $\{001\}$, sehr selten auf den Flächen $\{010\}$, niemals auf den Flächen $\{20\bar{1}\}$.

Für Krystalle des Eisensalzes ist der letztere Fall ein sehr gewöhnlicher, ausserdem bilden sich diese Krystalle gern auf den Flächen $\{001\}$ und $\{110\}$ und niemals auf den Flächen $\{010\}$.

Die normalen Symbole der Krystallflächen der Salze: $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ und $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Im Folgenden werde ich eine »Normalaufstellung« des Krystalles eine solche nennen, bei welcher die Axenwinkel möglichst nahe gleich 90° und die Axenverhältnisse nahe gleich 1 werden.

Die Symbole der Fläche werde ich bei einer solcher Aufstellung normale Symbole nennen. Dass man einen Krystall immer normal (im bezeichneten Sinne) aufstellen kann, beweist Mallard in seiner bemerkenswerthen Abhandlung¹⁾.

Es giebt nichts Leichteres, als die Krystalle der beschriebenen Salze in die Normallage zu bringen. Dabei muss man nur Folgendes beachten:

1) Der Winkel $(110):(1\bar{1}0)$, ca. $70^\circ 30'$ betragend, ist sehr nahe dem Winkel der Flächen des Oktaëders $(111):(1\bar{1}1)$, der $70^\circ 32'$ beträgt.

2) Die Fläche $(20\bar{1})$ liegt zu den Flächen (110) und $(1\bar{1}0)$ ebenso, wie die Hexaëderfläche (001) zu den Oktaëderflächen (111) und $(1\bar{1}1)$; im ersten Falle betragen beide Winkel (die im monoklinen System gleich sind) $52^\circ 40'$, im zweiten Falle $54^\circ 45'$.

Dementsprechend muss man, um die Krystalle unserer Salze in die normale Lage zu bringen, alle Flächen auf die neuen Fundamentalflächen beziehen und zwar so, dass

die Fläche $(20\bar{1})$	das Symbol (001)	erhält
- - (101)	- - (100)	-
- - $(0\bar{1}0)$	- - (010)	-
- - $(1\bar{1}0)$	- - (111)	-

Deshalb verwenden wir die Transformationsformeln:

$$h' : k' : l' = \frac{|h f^2 f^3|}{|p f^2 f^3|} : \frac{|f^1 k f^3|}{|f^1 q f^3|} : \frac{|f^1 f^2 l|}{|f^1 f^2 r|}.$$

1) Bull. de la soc. min. de Fr. 7, 349—404. Ref. diese Zeitschr. 11, 654.

Hier ist:

$(f_1^1 f_2^1 f_3^1)$	das	Symbol	der	Fläche	(101) ,
$(f_1^2 f_2^2 f_3^2)$	-	-	-	-	$(0\bar{1}0)$,
$(f_1^3 f_2^3 f_3^3)$	-	-	-	-	$(20\bar{1})$,
(pqr)	-	-	-	-	$(1\bar{1}0)$

und (hkl) ist das Symbol einer Fläche, für die das neue Symbol $(h'k'l')$ gesucht wird.

Indem wir die Determinanten ausrechnen, erhalten wir die gesuchte Transformationsformel:

$$h' : k' : l' = (h + 2l) : -k : (h - l).$$

Nach dieser Formel ist es leicht alle Symbole zu bestimmen, wie es in der folgenden Tabelle angeführt ist.

Symbole		Symbole	
frühere:	normale:	frühere:	normale:
(100)	(101)	(011)	$(2\bar{1}\bar{1})$
(001)	$(20\bar{1})$	(110)	$(1\bar{1}1)$
(111)	$(3\bar{1}0)$	(010)	$(0\bar{1}0)$
$(11\bar{1})$	$(1\bar{1}2)$	$(20\bar{1})$	(001)
(120)	$(1\bar{2}1)$	$(21\bar{1})$	$(0\bar{1}3)$

Was die Constanten dieser Krystalle anbetrifft, so findet man leicht:

$$\begin{aligned} \text{für } Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O & \quad 1,051 : 1 : 1,005; \beta = 93^\circ 9' \\ - Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O & \quad 1,055 : 1 : 1,050; \beta = 95^\circ 39' \end{aligned}$$

Daraus ist zu ersehen, dass diese Constanten nahe denjenigen des regulären Systems sind.

Die normalen Symbole zeigen eine überraschende Analogie zwischen diesen schwefelsauren Doppelsalzen und den Alaunen, die offenbar mit denjenigen des chemischen Bestandes im Zusammenhange steht.

Im Folgenden werde ich die normalen Symbole nur in speciellen Fällen benutzen; sonst werde ich die Krystalle in traditioneller Orientirung betrachten, daher, wenn eine entsprechende Andeutung fehlt, die von mir angeführten Symbole sich stets auf die frühere Orientirung beziehen.

Die Reihenfolge in der Entstehung der Flächen der Krystalle von $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Es gelang mir zu beobachten, dass nicht alle an den Krystallen dieses Salzes vorkommenden Flächen vom Beginne des Wachstums an zu gleicher Zeit entstehen.

Gewöhnlich stellt der Krystall bei seiner Entstehung ein Parallelepiped dar, welches von den Formen $p\{110\}$ und $o\{001\}$ begrenzt ist. Darauf, je nach dem Vorschreiten des Wachstums und der Wirkung der Concentrationsströmungen, erscheinen die Flächen $q\{011\}$ und $r'\{20\bar{1}\}$, und nachher $\{111\}$, $o'\{11\bar{1}\}$ und $b\{010\}$; die übrigen Flächen bilden sich nur bei besonderen Bedingungen.

Beim Eisensalze konnte ich nichts Aehnliches bemerken; die Flächen an den Krystallen dieses Salzes sind alle (selbstverständlich ausser den allerseltensten) selbst an den mikroskopisch kleinsten Kryställchen zu sehen.

Die Spaltbarkeit der Krystalle ist sehr unvollkommen nach $\{20\bar{1}\}$, d. h. nach dem Würfel in der Normalorientirung. Nur bei einem Krystalle des Mohr'schen Salzes konnte ich ein sehr deutliches Bestreben parallel dieser Fläche zu spalten beobachten.

Die beigelegten Zeichnungen sind Abbildungen von verschiedenen Ausbildungen des Zinksalzes (Fig. 6 und 7) und des Eisensalzes (Fig. 8) nach Murmann und Rotter.

Fig. 6.

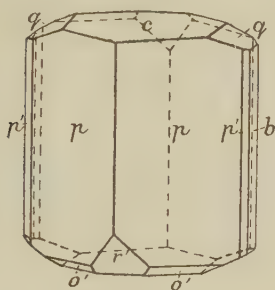


Fig. 7.

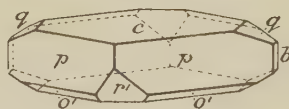
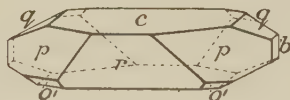


Fig. 8.



Was die Reinheit des Materiales, welches ich zu meinen Versuchen benutzte, betrifft, so sei Folgendes bemerkt. Beide Salze, das Zink- sowie auch das Eisensalz, bereitete ich selbst aus schwefelsaurem Ammonium und schwefelsaurem Zink resp. Eisenoxydul. Zu diesem Zwecke wurde eine wässrige Lösung der äquimolekularen Mengen aller drei Salzarten hergestellt, wobei die Menge des schwefelsauren Ammoniums doppelt so gross genommen wurde. Die Wassermenge wurde so gewählt, dass sie zur Auflösung der benutzten Quantitäten der genannten Salze genügte, jedoch eine zu geringe für die Auflösung der sich schwerer lösenden Doppelsalze war. Darum wurde, nach der Mischung der Lösungen von Ammoniumsalz mit Zinksalz resp. Eisenoxydulsalz, der Ueberschuss des Doppelsalzes als fein krystallinischer Niederschlag gewonnen.

In den Versuchen wurde nur dieser Niederschlag benutzt; in den meisten Fällen wurden die Versuche sogar nicht einmal mit diesem unmittelbar erhaltenen Niederschlage gemacht, sondern mit Krystallen, welche man durch Umkrystallisirung desselben erhielt.

Ausserdem musste man das Mohr'sche Salz vor Zersetzung hüten. Deswegen fügte man stets auf $\frac{1}{2}$ Liter 4—2 Tropfen Schwefelsäure der Lösung zu. Die Reinheit der Lösung des Mohr'schen Salzes war leicht

nach der Farbe zu controlliren, die eine bläuliche sein muss. Die geringste Veränderung der Lösung an der Luft macht die Farbe grün.

4. Messung der relativen Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen des Mohr'schen Salzes.

Das Wesentliche der Versuche bestand aus Folgendem:

1) Gewinnung von Krystallen des Salzes: $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, welche als Kern bei der Krystallisation des Mohr'schen Salzes dienen sollten.

2) Die erhaltenen Krystalle des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ wurden in der Lösung derselben bis zur gehörigen Grösse gezüchtet.

3) Die gezüchteten Krystalle des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ wurden in Gruppen vertheilt, je nach der Flächengruppe, deren Wachstum verglichen werden sollte.

4) Die so gruppirten Krystalle wurden an den Deckeln der Krystallisirgefässe mittelst pincetförmigen Haltern aus Messingdraht befestigt.

5) Die Krystallisirgefässe wurden mit der Lösung des Mohr'schen Salzes $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ gefüllt; eine Kruste dieses Salzes setzte sich auf den in die Lösung versenkten Krystallen des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ab.

6) Es wurde die Dicke der aufgewachsenen Kruste des Mohr'schen Salzes gemessen.

Ich werde nun jedes Stadium der Versuche einzeln beschreiben.

1) Die Gewinnung der Krystalle von $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ erreichte man durch die Krystallisation der wässrigen Lösung dieses Salzes beim Abkühlen. Dabei bemühte ich mich nicht, eine bestimmte Regel auszuarbeiten, und überliess die Sache dem Zufalle, da ich bemerkte, dass auf die Eigenschaften der erhaltenen Krystalle — d. h. Grösse und Grad der Homogenität — nicht nur die höhere oder niedrigere Stufe der Uebersättigung der Lösung, sondern auch die Eigenschaften der Krystallisirschale, wie ihre Dimensionen, Bodenfläche, und das Vorhandensein fremder Körper (Fasern des Filtrirpapiers u. s. w.) Einfluss hatten. Gewöhnlich fing ich damit an, dass ich den Ueberschuss des trockenen Salzes in der bei Zimmer-temperatur gesättigten Lösung durch Erwärmen auflöste, die heisse Lösung in das Krystallisirgefäss filtrirte und dieses mit einem Gläschen bedeckt vierundzwanzig Stunden ruhig stehen liess. Wenn sich zu viel Krystalle gebildet hatten, so dass sie einander im Wachstume störten, nahm ich den Ueberschuss heraus, und die übrigen wurden in derselben Lösung aufgelöst und weitere vierundzwanzig Stunden stehen gelassen. Durch solche Proben gelang es, für jedes Krystallisirgefäss die allergünstigste Concentration zu finden, welche bei allen nächstfolgenden Krystallisationen dadurch unterhalten wurde, dass man anstatt der entfernten Krystalle, die sich als die

geeignetsten zur Weiterbenutzung erwiesen, in die Lösung ein deren Gewicht entsprechendes Quantum trockenen Salzes hineinbrachte.

2) Die auf solche Weise erhaltenen Krystalle waren meistens für den weiteren Gebrauch zu klein, und ich züchtete sie weiter, indem ich sie mit einer übersättigten Lösung desselben Salzes in eine Krystallisirschale brachte. Diese Versuche waren viel weniger Zufälligkeiten ausgesetzt, da die in die Lösung hineingesetzten Krystalle als richtungsgebende des Processes der Krystallisation dienten, und darum konnte man auch einige Regeln für die zweckmässigste Ausführung der Versuche aufstellen. Ich nahm gewöhnlich 250 g der bei Zimmertemperatur gesättigten Lösung und löste in ihr 25 g (10%) festen Salzes bei einer Temperatur, die 54°C. überstieg, auf. Nachdem wurde die Lösung bis auf diese Temperatur abgekühlt und in ein Krystallisiergefäß, dessen Durchmesser ca. 40 cm betrug, gegossen, sodass das Niveau der Flüssigkeit sich 2,5—3 cm vom Boden befand. In das Gefäß wurden darnach vier kleine (0,5 cm grosse) Krystalle hineingesetzt und möglichst in gleiche Entfernung von einander und von den Wänden des Gefäßes gelegt. Das Krystallisiergefäß wurde darauf in einen Kasten mit Watte gesetzt. Nach Verlauf von zehn Stunden wuchsen die Krystalle fast gänzlich aus, und zwar vertheilte sich der ganze Ueberschuss des Stoffes von 25 g unter ihnen gleichmässig. Dabei ist es bemerkenswerth, dass, als man die Krystalle in eine Lösung, die wärmer als sie selbst war, hineinsetzte, sie sich spalteten, aber diese Spalten sich nicht in die neuaufwachsende Schicht fortsetzten. Die ausgewachsenen Krystalle waren innerlich ungleichmässig und trübe, dagegen zeichnete sich ihre äussere Schicht durch vollständige Durchsichtigkeit aus, und die Flächen waren sehr gut ausgebildet, was zur weiteren Benutzung der Krystalle wesentlich erforderlich war.

3) Bei der Gruppierung der Krystalle nach den zu vergleichenden Flächen musste man sich nach den Krystallzonen richten. Je reicher eine Zone sich an Flächen erwies, desto mehr Daten erhielt man bei einem Versuche, da alle Flächen der Zone gleichzeitig vertical in der Lösung des Mohr'schen Salzes orientirt werden können und so die Wirkung der Concentrationsströmungen auf dieselben ganz die gleiche wird. Nachdem man den Krystall senkrecht zur Axe der Zone zersägt hat, misst man die Dicke der Kruste auf allen Flächen einer und derselben Zone und kann daraus die relative Wachsthumsgeschwindigkeit dieser Flächen feststellen. Ausserdem muss man noch die folgenden Bedingungen erfüllen. Die zu vergleichenden Flächen müssen angrenzende sein, d. h. eine Kante bilden. Nur bei einer Kante, an der die Flächen zusammenstossen, kann ein Vergleich der Dicke der Kruste, die auf den Flächen aufgewachsen ist, ganz zuverlässige Resultate geben, besonders wenn die Flächen eine mehr oder weniger bedeutende Ausdehnung besitzen. Zweitens muss die gemeinschaft-

liche Kante nicht allzu kurz sein, da im entgegengesetzten Falle die Concentrationsströmungen, welche durch die oberhalb und unterhalb liegenden Seitenflächen hervorgerufen werden, auf die relative Wachstumsgeschwindigkeit der zu vergleichenden Flächen nicht ohne Einfluss bleiben können.

An den Krystallen des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ sind gewöhnlich sieben Flächenarten vorhanden:

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. {110} | 3. {201} | 5. {010} | 7. {111} |
| 2. {001} | 4. {011} | 6. {111} | |

Einundzwanzig Combinationen je zweier dieser Formen kann man in folgender Weise zusammenstellen:

- (1,2),
 (1,3), (2,3),
 (1,4), (2,4), (3,4),
 (1,5), (2,5), (3,5), (4,5),
 (1,6), (2,6), (3,6), (4,6), (5,6),
 (1,7), (2,7), (3,7), (4,7), (5,7), (6,7).

Aber es ist leicht zu bemerken, dass einige von diesen Combinationen Flächen ein und derselben Zone umfassen, nämlich:

1) die Gruppen (1,2), (1,6), (1,7), (2,6), (2,7), (6,7) bilden eine Gruppe von Flächen, die parallel der Kante [110] sind;

2) die Gruppen (2,4), (2,5), (4,5) umfassen die Flächen der Zone [100].

Die Gruppen (3,4), (3,5), (3,7), (4,7), (5,6), (5,7), (6,7) muss man ausschliessen, weil sie keine angrenzenden Flächen besitzen.

Schliesslich muss man die Gruppen (3,6) und (4,6) ausschliessen, da die Kanten ihrer Flächen sehr kurz sind.

Daher bleiben folgende Gruppen der zu vergleichenden Flächen über:

- | | |
|------------|-----------------------------|
| I. Gruppe: | {110}, {001}, {111}, {111}. |
| II. | - {110}, {201}. |
| *III. | - {110}, {011}. |
| IV. | - {110}, {010}. |
| *V. | - {001}, {201}. |
| VI. | - {001}, {011}, {010}. |

Da die Gruppen III und V (die mit Sternchen bezeichnet sind) Flächen enthalten, die auch in den übrigen Gruppen vorkommen, so wurden sie aus der Hauptreihe ausgeschlossen und für Controllversuche benutzt.

Die Krystalle wurden je nach den mehr entwickelten Flächen zu der oder jener Gruppe zugerechnet.

4) Um den Krystall in der Lösung in der gewünschten Lage aufzuhängen, verfuhr ich folgendermassen: Aus Messingdraht wurden dreispitzige Pincetten verfertigt, zu welchem Zwecke drei Drähtchen hakenförmig zu je

zwei gegen die dritte zusammengebogen und zusammengelöthet wurden. In den Krystall wurden mit einem kleinen Bohrer Vertiefungen gemacht, in welche die spitzen Enden der Pincette eingriffen, und auf solche Weise wurde der Krystall ganz sicher eingeklemmt. Das freie Ende des Drähtchens wurde mit Siegelack oder Wachs an ein Glasplättchen befestigt, welches als Deckel des Krystallisirgefässes diente. Indem man den Draht der Pincette, welcher vorher geglüht worden war, um ihn biegsamer zu machen, bog, konnte man dem Krystalle beliebige Neigung geben. Dabei wurde der Krystall so gestellt, dass die derjenigen Gruppe, zu welcher der Krystall gehörte, entsprechenden Flächen sich in verticaler Lage in dem Krystallisirgefässe befanden.

5) Als alle Krystalle an die Deckel der Krystallisirgefässe (gewöhnlich 7—10) befestigt und aufgestellt worden waren, füllte man die Krystallisirgefässe mit der übersättigten Lösung des Mohr'schen Salzes. Dabei musste die Uebersättigung der Lösung möglichst gering sein, um lebhafte Concentrationsströmungen zu verhindern, da solche eine Ungleichmässigkeit der Kruste verursachen würden. Die Lösung wurde in folgender Weise bereitet: Zu der bei Zimmertemperatur gesättigten Lösung wurden 7 g festen Salzes auf 127 g der Lösung zugefügt, was den Punkt der Sättigung auf 9° C. erhöhte. Die Lösung wurde bei 50° C. zubereitet, da bei höherer Temperatur eine Oxydation der Lösung stattfinden konnte. Um die Zersetzung der Lösung, welche sogar bei Zimmertemperatur entstehen könnte, zu verhindern, wurden der Lösung ein paar Tropfen Schwefelsäure zugesetzt. Die übersättigte und auf 30° C. abgekühlte Lösung wurde in genügender Menge in die Krystallisirgefässe gegossen und diese mit den Deckeln und den Krystallen bedeckt. Die Krystallisirgefässe wurden nach 24 Stunden, im Verlaufe derer die Krystallisation zu Ende war, obgleich die Lösung noch Spuren der Uebersättigung zeigte, wieder geöffnet. Die so gezüchteten Krystalle waren 2—3 cm gross und besaßen schön ausgebildete Flächen. Die aufgewachsene Kruste war nach der Oberfläche hin ganz homogen; jedoch am Anfange ihrer Bildung nahm sie, durch die Energie der Concentrationsströmungen, fast immer etwas Mutterlauge auf, welche kleine Einschlüsse in ihr bildete; dadurch waren die inneren Schichten der Kruste etwas trübe. Man hätte ja auch eine ganz homogene Kruste erhalten können, wenn die Uebersättigung der Lösung eine geringere gewesen wäre, aber dann wäre die Kruste zu dünn, und die Messungen ihrer Dicke würden sehr unzuverlässig. Ich zog es vor, eine solche Concentration zu wählen, bei welcher die Kruste eine genügende Dicke besitzen und zugleich die Störung der Homogenität möglichst gering sein würde; die Dicke der Kruste betrug alsdann 0,5 bis 4,5 mm, je nach der Fläche und dem Volum des Krystalles. Die Kruste besass oft auf ein und derselben Fläche, wenn letztere eine bedeutende Ausdehnung hatte, eine grössere Dicke auf den

unteren Theilen der Fläche. Uebrigens ist dieses ein allbekanntes Ergebniss, welches beständig bei Krystallen, die in hängender Lage gezüchtet werden, beobachtet wird. Manchmal ging der dickere Theil in den dünneren in so kleinen Absätzen über, dass die Oberfläche dem unbewaffneten Auge concav gekrümmt erschien, auf dem Goniometer aber ein scharfes Bild des Collimatorspaltes in der Hauptbrennebene des Fernrohres gab. In letzterem Falle konnte man aber immer an der unteren Fläche des Krystalles vollkommen ausgebildete Flächentheile finden und sie zu Messungen benutzen.

6) Die Messung der Dicke der aufgewachsenen Kruste wurde folgendermassen ausgeführt: Der Krystall wurde mit einer kleinen feinen Säge senkrecht zur Kante derjenigen Flächen, deren Wachsthum verglichen werden sollte, zersägt. Dabei musste man besonders vorsichtig sein, um die Ränder des Durchschnitites nicht schartig zu machen, weil es sonst schwierig wäre, die Dicke der Kruste unter dem Mikroskope zu messen. Gewöhnlich musste man die eine Hälfte des zu zersägenden Krystalles opfern, indem man dieselbe absichtlich zerbröckelte, um der Bewegung der Säge von dieser Seite aus weniger Hindernisse zu lassen und so die andere Hälfte unbeschädigt zu erhalten. Die Schnittfläche wurde so lange mit einer feinen Feile bearbeitet, bis alle Unebenheiten, denen man trotz aller Bemühungen beim Durchsägen nicht entgehen konnte, verschwanden. Die abgeschliffene Fläche wurde auf matter Glasscheibe folgenderweise polirt: Die reine Oberfläche der fein mattirten Glasscheibe wurde angehaucht, so dass auf ihr sich eine Feuchtigkeitsschicht bildete. Durch die Reibung der zu polirenden Fläche löste sich von ihr eine sehr dünne Schicht auf, welche, sofort austrocknend, eine Pulverschicht des Polirstoffes bildete, auf welcher die Schnittfläche nach einigen Minuten eine ausgezeichnete Politur erhielt. Diese Polirmethode wandte ich mit Erfolg bei vielen Krystallen, die sich in Wasser lösen, an.

Auf so polirtem Durchschnitte konnte man schon mit unbewaffnetem Auge ziemlich deutlich die Grenze der bläulichgrünen Schicht des Mohr'schen Salzes und des farblosen Kernes des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ unterscheiden. Aber bei weiteren Messungen der Krustendicke mit Hülfe des Mikroskopes zeigte es sich, dass der Contrast der natürlichen Färbungen beider Stoffe weitaus nicht genügend sei und einer Verstärkung bedurfte. Darum wurde vor der Messung die Schnittfläche mit einer Lösung von rothem Blutlaugensalz behandelt. Mit dieser Lösung wurde ein Stück mehrfach zusammengelegten Filtrirpapiers befeuchtet, und an dasselbe wurde der Krystall mit der Schnittfläche angepresst. Dabei bildete sich auf der Schicht des Mohr'schen Salzes ein dichter blauer Niederschlag und auf dem Zinkammoniumsalkzkern ein gelber. Die Grenze zwischen den beiden Schichten trat mit ungewöhnlicher Deutlichkeit hervor. Die auf solche Weise behandelten Krystalle wurden mit Wachs auf Objectgläschen be-

festigt, so dass die zu vergleichenden Flächen senkrecht zur Oberfläche des Gläschens waren, und auf das Tischchen des Mikroskopes gebracht (Modell Fuess Nr. 4).

Das Tischchen des Mikroskopes war mit Schlittenvorrichtung versehen. Die Verschiebung der Schlitten konnte man auf den Scalen und Mikrometerschraubenköpfchen bis auf 0,04 mm genau messen. Das Fadenkreuz im Oculare des Mikroskopes wurde parallel der Schlittenverschiebung gestellt. Durch die Drehung einer der Mikrometerschrauben wurden die Ränder der Kruste nacheinander mit einem der Fäden des Kreuzes zur Coincidenz gebracht.

Auf solche Art wurden 58 Krystalle gemessen, die aus der ganzen gezeigten Menge (ca. 400) ausgewählt waren.

Die Ergebnisse der Messungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. In der letzten Spalte dieser Tabellen ist die relative Geschwindigkeit der zu vergleichenden Fläche zur anderen, deren Geschwindigkeit als Einheit angenommen ist, angegeben.

Tabelle I.
Flächen $(20\bar{1})$ und $(\bar{1}\bar{1}0)$. Gruppe II.

Nr. des Krystalles:	Flächen-symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums-geschwindigkeit:
5	$(20\bar{1})$	7,77	7,44	0,66	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	8,75	7,75	1,00	1,52
6	$(20\bar{1})$	11,54	10,84	0,70	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	11,77	10,63	1,14	1,63
7	$(20\bar{1})$	12,36	11,56	0,80	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	12,32	10,43	1,89	2,20
8	$(20\bar{1})$	7,73	6,87	0,86	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	8,19	6,82	1,37	1,59
9	$(20\bar{1})$	7,17	6,74	0,43	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	7,09	5,89	1,20	2,79
17	$(20\bar{1})$	4,43	3,63	0,80	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	5,05	3,57	1,48	1,85
21	$(20\bar{1})$	9,73	8,40	1,33	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	10,38	8,54	1,84	1,38
33	$(20\bar{1})$	11,15	10,30	0,85	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	13,30	11,44	1,86	2,19
49	$(20\bar{1})$	6,39	5,64	0,75	1,00
	$(\bar{1}\bar{1}0)$	7,96	6,40	1,56	2,08

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachsthums- geschwindigkeit:
50	(20 $\bar{1}$)	4,40	3,80	0,60	1,00
	(110)	5,61	4,40	1,21	2,02
52	(20 $\bar{1}$)	7,26	6,60	0,66	1,00
	(110)	7,96	6,58	1,38	2,09
53	(20 $\bar{1}$)	7,42	6,83	0,59	1,00
	(110)	8,24	6,79	1,45	2,46
54	(20 $\bar{1}$)	4,76	4,00	0,76	1,00
	(110)	5,17	3,95	1,22	1,60
55	(20 $\bar{1}$)	8,09	7,28	0,81	1,00
	(110)	4,64	8,18	1,46	1,80
56	(20 $\bar{1}$)	8,81	8,16	0,65	1,00
	(110)	6,34	4,90	1,44	2,22

Für die relative Geschwindigkeit des Wachthums erhalten wir den Mittelwerth:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(110) = 1,96 \pm 0,09.$$

Die Fläche (110) wächst fast zweimal schneller als die Fläche (20 $\bar{1}$).

Tabelle II.
Flächen (110) und (001). Gruppe I.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachsthums- geschwindigkeit:
27	(110)	11,06	9,44	1,62	1,00
	(001)	13,05	11,41	1,64	1,01
28	(110)	6,74	5,48	1,26	1,00
	(001)	10,30	8,83	1,47	1,17
29	(110)	10,05	8,99	1,06	1,00
	(001)	12,82	11,45	1,37	1,30
30	(110)	9,96	8,47	1,49	1,00
	(001)	11,70	10,04	1,66	1,11
34	(110)	11,13	10,14	0,99	1,00
	(001)	10,34	8,95	1,39	1,40
40	(110)	7,48	6,44	1,07	1,00
	(001)	9,30	8,08	1,22	1,14
	(00 $\bar{1}$)	10,92	9,50	1,42	1,33

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
43	(110)	5,44	4,44	0,97	1,00
	(001)	5,34	4,26	1,08	1,11
	(00 $\bar{1}$)	3,59	2,29	1,30	1,34
44	(110)	5,49	3,97	1,22	1,00
	(001)	5,56	4,30	1,26	1,03
	(00 $\bar{1}$)	6,89	5,22	1,67	1,37
45	(110)	6,30	4,86	1,44	1,00
	(001)	4,26	3,14	1,42	0,78
	(00 $\bar{1}$)	3,22	1,32	1,90	1,32
46	(110)	7,55	6,26	1,29	1,00
	(001)	2,39	1,35	1,04	0,80
	(00 $\bar{1}$)	4,63	3,04	1,59	1,31
47	(110)	6,29	4,69	1,60	1,00
	(001)	2,94	1,49	1,45	0,90
	(00 $\bar{1}$)	4,41	2,80	1,61	1,00
48	(110)	6,68	5,52	1,46	1,00
	(001)	9,52	8,12	1,40	1,20
	(00 $\bar{1}$)	3,71	2,30	1,41	1,20
51	(110)	9,79	8,29	1,50	1,00
	(001)	9,88	8,05	1,83	1,20

Die Geschwindigkeit des Wachstums der Fläche (001) im Verhältnisse zur Fläche (110) ist im Mittel:

$$1,15 \pm 0,04.$$

Tabelle III.
Flächen (110) und (11 $\bar{1}$). Gruppe I.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
27	(110)	11,06	9,44	1,62	1,00
	(11 $\bar{1}$)	11,42	9,44	1,98	1,22
28	(110)	6,74	5,48	1,26	1,00
	(11 $\bar{1}$)	8,80	6,94	1,86	1,48
29	(110)	10,05	8,99	1,06	1,00
	(11 $\bar{1}$)	11,44	10,05	1,39	1,31
30	(110)	9,96	8,47	1,49	1,00
	(11 $\bar{1}$)	11,73	10,08	1,65	1,11

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative
					Wachstums- geschwindigkeit:
31	(110)	11,13	10,14	0,99	1,00
	(11 $\bar{1}$)	12,68	11,19	1,49	1,50
40	(110)	7,48	6,44	1,07	1,00
	(11 $\bar{1}$)	9,20	7,48	1,72	1,61
43	(110)	5,44	4,44	0,97	1,00
	(11 $\bar{1}$)	5,33	3,77	1,56	1,61
44	(110)	5,19	3,97	1,22	1,00
	(11 $\bar{1}$)	8,39	6,72	1,60	1,31
45	(110)	6,30	4,86	1,44	1,00
	(11 $\bar{1}$)	4,80	3,17	1,63	1,13
46	(110)	7,55	6,26	1,29	1,00
	(11 $\bar{1}$)	6,20	4,66	1,54	1,20
48	(110)	6,68	5,52	1,16	1,00
	(11 $\bar{1}$)	5,46	3,81	1,65	1,42
51	(110)	9,79	8,29	1,50	1,00
	(11 $\bar{1}$)	9,91	7,87	2,04	1,36

Das arithmetische Mittel aus den Zahlen dieser Tabelle ergibt, dass die Geschwindigkeit des Wachstums der Fläche (11 $\bar{1}$) im Verhältnisse zu dem der Fläche (110) gleich

$$1,35 \pm 0,05 \quad \text{ist.}$$

Tabelle IV.
Flächen (001) und (011). Gruppe IV.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative
					Wachstums- geschwindigkeit:
2	(001)	10,39	8,80	1,59	1,00
	(011)	10,35	8,57	1,78	1,12
	(0 $\bar{1}$ 1)	10,31	8,57	1,74	1,10
25	(001)	4,18	2,70	1,48	1,00
	(011)	2,82	0,83	1,99	1,34
	(0 $\bar{1}$ 1)	3,26	1,01	2,25	1,52
32	(001)	9,32	6,50	2,82	1,00
	(011)	13,59	9,45	4,14	1,47
34	(001)	6,93	4,33	2,60	1,00
	(011)	4,36	1,55	2,81	1,08
	(0 $\bar{1}$ 1)	7,11	4,40	2,70	1,04

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
35	(001)	7,29	4,96	2,33	1,00
	(011)	7,85	4,97	2,88	1,24
	(0 $\bar{1}$ 1)	10,12	7,26	2,86	1,24
36	(001)	10,67	7,93	2,74	1,00
	(011)	10,77	7,82	2,95	1,08
	(0 $\bar{1}$ 1)	10,77	7,68	3,09	1,09
37	(001)	6,87	4,31	2,55	1,00
	(011)	7,62	4,21	3,41	1,34
	(0 $\bar{1}$ 1)	4,29	1,01	3,18	1,25
38	(001)	6,20	4,02	2,18	1,00
	(011)	3,98	1,06	2,92	1,34
	(0 $\bar{1}$ 1)	9,26	6,25	3,01	1,40
41	(001)	12,05	10,36	1,69	1,00
	(011)	10,30	8,27	2,03	1,20
	(0 $\bar{1}$ 1)	11,97	10,04	1,93	1,14
42	(001)	7,42	5,26	2,16	1,00
	(011)	9,99	7,43	2,56	1,18
	(0 $\bar{1}$ 1)	8,15	5,45	2,70	1,25

Im Mittel ist das Verhältniss der Geschwindigkeiten der Flächen (011) und (001) gleich

$$1,23 \pm 0,04.$$

Tabelle V.
Flächen (110) und (111). Gruppe I.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
40	(110)	7,48	6,41	1,07	1,00
	(111)	8,02	6,39	1,63	1,52
43	(110)	5,41	4,44	0,97	1,00
	(111)	6,60	4,99	1,61	1,24
44	(110)	5,19	3,97	1,22	1,00
	(111)	5,56	4,03	1,53	1,25
45	(110)	6,30	4,86	1,44	1,00
	(111)	3,11	1,16	1,94	1,35
48	(110)	6,68	5,52	1,16	1,00
	(111)	8,08	6,91	1,17	1,01

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
57	(110)	8,44	6,63	1,84	1,00
	(111)	6,57	4,16	2,44	1,33
58	(110)	10,69	9,32	1,37	1,00
	(111)	9,32	7,58	1,74	1,27

Für die Fläche (111) im Verhältniss zu (110) erhalten wir den Mittelwerth:

$$1,28 \pm 0,05.$$

Die oben angeführten Tabellen enthalten alle Flächen ausser (010), welche sich auf keine Weise messen liess. Alle Krystalle des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, welche zum Messen der Wachstumsgeschwindigkeit dieser Fläche verwendet wurden, gingen verloren, da die Kruste des Mohr'schen Salzes auf die Fläche (010) in Reihen paralleler Kanten, die durch die Flächen (110) und $\bar{1}\bar{1}0$ gebildet waren, aufwuchs. Es wäre anzunehmen, dass {010} sehr schnell wächst und sich deshalb nicht ausbilden kann, aber eine genaue Beobachtung lässt das Gegenteil annehmen. Diese Fläche bildet sich nur bei einer sehr langsamen Krystallisation und bei einer solchen Lage des Krystalles, bei welcher die Konzentrationsströmungen erst dann die Fläche (010) erreichen, wenn sie genügend von dem Ueberschusse der festen Substanz befreit sind. Und sogar in solchem Falle scheint die Fläche (010) die Neigung zu haben, von den Seiten, d. h. von den Kanten mit den Flächen (110) und (111) aus, zu wachsen, von welchen nach der Mitte der Fläche (010) Plättchen parallel zu (010) ausgehen. Bei einer schnellen Krystallisation nehmen diese Plättchen viel Mutterlauge auf, so dass sich deutliche »Anwachskegel« bilden, bei einer langsamen dagegen werden die Zwischenräume mit einer homogenen Substanz ausgefüllt und dann scheint die Fläche (010) zu wachsen. Die beschriebenen Erscheinungen sind besonders deutlich an den Krystallen des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, zu sehen; an den Krystallen des Mohr'schen Salzes verwächst die Fläche (010) gewöhnlich so, dass keine Spur von ihr nachbleibt, und nur nach den Einschlüssen ist es gewöhnlich deutlich zu sehen, dass das Verwachsen von den Seiten aus vor sich gegangen ist. Man könnte sagen: die Fläche (010) wachse nach der Art der »Krystallskelette« oder der »Wachstumsformen«. Folglich sprechen alle diese Beobachtungen dafür, dass die Fläche (010) nicht deshalb an allen Krystallen fehlt, weil sie durch die grosse Wachstumsgeschwindigkeit zu verwachsen strebt, sondern weil sie überhaupt nicht selbständig wachsen kann.

Die beiden folgenden Tabellen enthalten Controlcombinationen der Flächen (die Gruppen III und V).

Tabelle VI.
Flächen (110) und (011). Gruppe III.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
20	(110)	7,15	5,32	1,83	1,00
	(011)	9,57	7,12	2,45	1,34
22	(110)	7,92	6,39	1,53	1,00
	(011)	10,53	7,90	2,63	1,72
23	(110)	6,68	5,27	1,44	1,00
	(011)	8,69	6,64	2,05	1,45
59	(110)	6,22	4,63	1,59	1,00
	(011)	4,63	2,09	2,54	1,60
60	(110)	9,99	8,05	1,94	1,00
	(011)	8,05	5,04	3,01	1,55

Die mittlere Grösse der erhaltenen Wachstumsgeschwindigkeiten der Fläche (011) im Verhältnisse zu (110) ist

$$1,53 \pm 0,06.$$

Aus den Tabellen II und V erhalten wir für dieselbe Grösse den Werth $1,40 \pm 0,07$, was innerhalb der Fehlergrenze der Messung mit dem oben angeführten Resultate übereinstimmt.

Die Gruppe V war zu arm an Krystallen, da aus der ganzen Anzahl von Krystallen man für diese Gruppe nur drei auswählen konnte, weil die Kante der Flächen (001) und (20 $\bar{1}$) sehr kurz war, und die Fläche (20 $\bar{1}$) gewöhnlich viel weniger als die Fläche (001) an den Krystallen von $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ausgebildet ist. Ich führe die Resultate der Messungen nur deshalb an, um ein vollständigeres Bild darzustellen.

Tabelle VII.
Flächen (20 $\bar{1}$) und (001). Gruppe V.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Relative Wachstums- geschwindigkeit:
13	(20 $\bar{1}$)	4,23	3,61	0,62	1,00
	(001)	3,64	2,05	1,59	2,56
14	(20 $\bar{1}$)	2,66	2,07	0,59	1,00
	(001)	7,27	5,62	1,65	2,80
15	(20 $\bar{1}$)	5,59	5,07	0,52	1,00
	(001)	5,07	3,94	1,13	2,17

Aus den Tabellen I und II finden wir die Grösse 2,25, welche in den

Grenzen der Grössen liegt, die aus den angeführten Wachstumsgeschwindigkeitsmessungen der Fläche (001) in Bezug auf (20 $\bar{1}$) erhalten worden sind. Eine genauere Vergleichung hat keinen Grund.

Wenn man die Genauigkeit, mit welcher die Wachstumsgeschwindigkeit verschiedener Flächen gemessen worden ist, in Betracht zieht, so ergibt sich, dass diese Genauigkeit viel zu wünschen übrig lässt. Späterhin (Kap. 6) werde ich eine Methode anführen, mit Hilfe deren man eine grössere Genauigkeit erzielen kann, auf welche ich leider erst kam, nachdem alle obenangeführten Messungen schon gemacht waren. Am schwierigsten war es, die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche (20 $\bar{1}$) zu messen, da ihre Kruste, wegen sehr geringer Wachstumsgeschwindigkeit, verhältnissmässig sehr dünn war. Dies ist daraus zu ersehen, dass, ungeachtet der grösseren Zahl von Versuchen, die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche (110) in Bezug auf (20 $\bar{1}$) mit einem doppelt so grossen Fehler behaftet war, als derjenige bei der Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit aller anderen Flächen in Bezug auf die Fläche (110).

Wie gering auch die Genauigkeit der erhaltenen Resultate sein mag, so constatiren doch die oben angeführten Versuche unbedingt Folgendes:

1) In den Wachstumsgeschwindigkeiten der einzelnen Flächen der Krystalle des Mohr'schen Salzes beobachtet man eine grosse Mannigfaltigkeit.

In der That liegen alle erhaltenen Grössen für die einzelnen Flächen zwischen 1,00 [für die Fläche (20 $\bar{1}$)] und 2,77 [für die Fläche (011)], also ist eine Geschwindigkeit beinahe dreimal so gross als die andere.

2) Alle Krystallflächen des Mohr'schen Salzes kann man nach der zunehmenden Grösse der Wachstumsgeschwindigkeit in folgende Reihe ordnen:

alte Symbole: (20 $\bar{1}$), (110), (001), (111), (11 $\bar{1}$), (011)

normale Symbole: (001), (111), (20 $\bar{1}$), (310), (112), (211).

Wollen wir die Reihenfolge der zunehmenden Wachstumsgeschwindigkeit mit derjenigen der zunehmenden reticulären Dichtigkeit der Flächen vergleichen, so müssen wir die normalen Symbole in Betracht ziehen, weil wir durch dieses unser Raunggitter auf dasjenige des regulären Krystallsystems zurückführen, was die Sache bedeutend vereinfacht.

Hierbei begegnet man nun einer Schwierigkeit, weil für das reguläre System drei Arten reticulärer Dichten vorhanden sind, je nachdem die Moleküle nach dem Würfel, Oktaëder oder Dodekaëder gruppiert sind. In der folgenden Tabelle sind zusammengestellt: die Symbole der Flächen, die Quadrate der Fläche des erzeugenden Parallelogramms Σ^2 und die Wachstumsgeschwindigkeiten in Bezug auf diejenigen der Fläche (001).

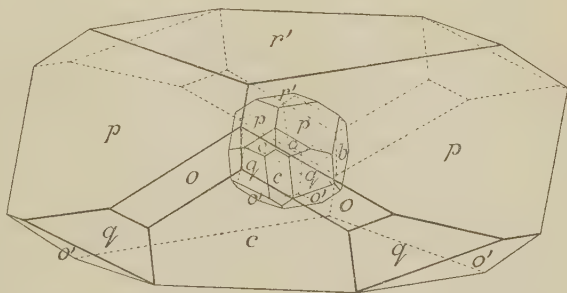
Buchstaben- bezeichnung:	Normales Symbol:	Σ^2			Wachsthum's- geschwindigkeit:
		Würfel:	Oктаëder:	Dodekaëd.:	
r'	(001)	4	4	4	1,00
p	(111)	3	3	12	1,96
c	(20 $\bar{1}$)	5	20	20	2,25
o	(310)	10	40	40	2,50
o'	(11 $\bar{2}$)	6	24	6	2,64
q	(21 $\bar{1}$)	6	24	6	2,77

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Reihenfolge der zunehmenden Wachsthumsgeschwindigkeiten am besten der Reihenfolge der zunehmenden Flächen der erzeugenden Parallelogramme entspricht, wenn man annimmt, dass die Moleküle hexaëdrisch angeordnet sind. Für solche Art der Structur spricht auch das Vorhandensein der Spaltbarkeit nach dem Würfel. Darum kann man aus dem oben Angeführten den Schluss ziehen, dass die Wachsthumsgeschwindigkeit der Krystallflächen mit der Zunahme der Fläche des erzeugenden Parallelogramms, oder, was dasselbe ist, mit der Abnahme der reticulären Dichte der Fläche zunimmt.

Dieser Schluss stimmt mit dem allgemein bekannten Factum überein, dass an den Krystallen am häufigsten Flächen mit einfachen Symbolen vorkommen, dagegen diejenigen mit complicirten Symbolen sehr selten und sehr klein im Vergleich zu den Flächen mit einfachen Symbolen sind. Die Flächen mit complicirten Symbolen müssen eine grosse Wachsthumsgeschwindigkeit besitzen und verwachsen ganz oder zum Theile, wenn sie zufällig an dem Krystalle durch die Auflösung oder den Einfluss der Concentrationsströmungen entstanden sind. Diese Frage wird noch einmal im letzten Kapitel erörtert werden.

Auf Grund der Ergebnisse der letzten Spalte der oben angeführten Tabelle ist die Fig. 9 ausgeführt worden. Die inneren Umrisse stellen einen

Fig. 9.



Krystall des Mohr'schen Salzes dar unter der Annahme, dass alle seine Flächen gleichmässig, mit gleicher Geschwindigkeit, während einer gewissen Zeitperiode gewachsen sind. Die äusseren Umrisse stellen denselben Krystall des Mohr'schen Salzes vor, der während der doppelten Zeit mit den aus meinen Versuchen erhaltenen Geschwindigkeiten weiter gewachsen ist. Indem man die Umrisse, welche Centrum und Coordinatenachsen gemeinschaftlich

haben, miteinander vergleicht, sieht man, wie die äussere Form des Krystalles unter dem Einflusse der verschiedenen Geschwindigkeiten des Flächenwachsthums sich ändert.

Die Zeichnung ist entsprechend derjenigen Lage, welche die Normalsymbole erfordern, angefertigt, d. h. der Krystall ist auf rechtwinklige Coordinaten bezogen.

5. Messung der relativen Auflösungsgeschwindigkeit der Krystallflächen des Mohr'schen Salzes.

Nachdem ich die relative Wachstumsgeschwindigkeit der verschiedenen Krystallflächen des Mohr'schen Salzes erforscht hatte, unternahm ich es, diese Geschwindigkeiten mit denjenigen der Löslichkeit verschiedener Krystallflächen desselben Salzes zu vergleichen, um das gegenseitige Verhältniss zwischen diesen und jenen Geschwindigkeiten zu finden. Dass ein solches gegenseitiges Verhältniss existiren muss, wurde von mehreren Autoren hervorgehoben. P. Groth¹⁾, indem er die Symmetrie der Aetzfiguren erläutert, sagt, dass »beide Erscheinungen — Wachstum und Auflösung eines Krystalls — genau reciproke sind und den gleichen Gesetzmässigkeiten unterliegen«. Jedoch sind dabei keine quantitativen, theoretischen oder experimentellen Gründe angeführt.

F. Becke²⁾ hat in seiner Untersuchung über die Aetzfiguren am Fluorit zahlreiche Messungen der Auflösungsgeschwindigkeit dieses Minerals nach verschiedenen Richtungen ausgeführt. Da diese Arbeit mit der meinigen sehr eng verbunden ist, so werde ich sie näher betrachten.

Becke löste Fluoritplättchen, die verschiedenen Krystallflächen parallel geschliffen waren, in Salzsäure oder in Sodalösung während eines gewissen Zeitraumes auf. Aus der Abnahme der Dicke der Plättchen, welche mit einem Sphärometer gemessen wurde, bestimmte er die Geschwindigkeit der Auflösung in beiden Flüssigkeiten. In beiden Fällen erhielt er ein verschiedenes Resultat. Den grössten Widerstand leisteten der Säure die Würfelflächen, der alkalischen Lösung die Flächen des Rombendodekaëders. Die Flächen des Oktaëders zeigten in beiden Fällen einen mittleren Widerstand. Alle drei Arten von Flächen erwiesen sich zugleich als primäre Aetzflächen, wie Becke aus seinen Versuchen an den Aetzfiguren des Fluorits feststellte.

Becke stellt die Hypothese auf, dass die Auflösungsflächen, die er für die oben erwähnten Flüssigkeiten gefunden, wahrscheinlich auch für diejenigen Lösungen gelten, aus welchen der Fluorit sich in der Natur bildet,

1) Physikalische Krystallogr. III. Aufl. S. 238.

2) F. Becke, Aetzversuche am Fluorit. Tscherm. min. u. petrogr. Mitth. **11**, 349—437. Ref. diese Zeitschr. **21**, 485.

und meint, dass in diesen Lösungen, wenn sofort nach der Ausscheidung der Krystalle ihre Auflösung folgen würde, die primären Flächen eine minimale Grösse der Auflösungsgeschwindigkeit besässen. Da aber die primären Flächen — Würfel, Oktaëder und Dodekaëder — zugleich am häufigsten in Combinationen an den Fluoritkrystallen vorkommen, so erblickt Becke in seinen Beobachtungen am Fluorit die Bestätigung seines Schlusses, zu welchem er schon früher gekommen war, nämlich »dass die wachsenden Krystalle sich mit solchen Flächen umgrenzen, die das Minimum der Auflösungsgeschwindigkeit besitzen«, d. h. die den grössten Widerstand der auflösenden Wirkung des Mediums leisten.

Hieraus kann man einen sehr wichtigen Schluss ziehen, nämlich, dass Flächen, deren Wachsthumsgeschwindigkeit gering ist, auch eine geringe Auflösungsgeschwindigkeit besitzen und umgekehrt. Und zwar müssen die schnell wachsenden Flächen schliesslich verwachsen, und der Krystall mit Flächen von minimaler Wachsthumsgeschwindigkeit begrenzt bleiben; andererseits ist der Krystall nach Becke's Meinung bestrebt, sich mit Flächen, die am wenigsten löslich sind, zu umgrenzen.

Dem Anscheine nach ist das Verhältniss zwischen der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen, wenigstens qualitativ, von Becke völlig aufgeklärt, obwohl jedoch er selbst zu diesem Schlusse nicht gekommen ist. Da aber dieser Folgerung die Hypothese, dass die Fluoritkrystalle sich zu ihrer Mutterlauge ebenso wie zur Salzsäure oder der Sodalösung verhalten, zu Grunde liegt, so kann man sie nicht als begründet ansehen. Die Auflösungsprocesse des Fluorits müssen sich unbedingt von den Auflösungsprocessen dieses Minerals in Flüssigkeiten, die ihn chemisch verändern, unterscheiden. Alle Aetz- und Auflösungsversuche an den Krystallen, bei welchen die auf den Krystall wirkenden Flüssigkeiten chemisch seine Substanz ändern, können uns keine Vorstellung von der Form einer Auflösungsfläche im engeren Sinne geben, wohl aber eine Fläche aufweisen, die richtiger als Fläche der chemischen Reaktionsgeschwindigkeiten benannt werden kann. Auf solche Weise zeigen die Flächen, die eine Calcitkugel in Salpetersäure, oder eine Quarzkugel in Flusssäure eingetaucht annehmen, die Geschwindigkeit der chemischen Reaction zwischen der Substanz der Kugel und dem Lösungsmittel, die sich mit der Richtung im Krystalle ändert. Ein solcher Unterschied in den Reaktionsgeschwindigkeiten erklärt sich durch die Gruppierung der Atome nach den krystallographisch verschiedenen Richtungen in den Molekülen des Krystalles, wie Becke bemerkt hat.

Bezüglich des Versuches Foullon's, in welchem das Gelatiniren der basischen Lösung von Chromalaun (in einer solchen Lösung wächst das Oktaëder schneller als der Würfel) das Erscheinen der Actzfiguren auf

dem Oktaëder in einer viel intensiveren Weise hervorrief als auf dem Würfel, sagt Lehmann¹⁾:

»Dass die Oktaëderflächen am stärksten angegriffen werden, spricht dafür, dass diejenigen Flächen, welche am schnellsten wachsen, sich auch am schnellsten auflösen, so dass das raschere Wachsen von Krystallen nach einer bestimmten Richtung nicht auf stärkere Attractionskraft in dieser Richtung zurückgeführt werden kann.«

Es scheint mir zu gewagt, einen so wichtigen Schluss aus den Beobachtungen über die grössere oder kleinere Leichtigkeit des Erscheinens der Aetzfiguren zu ziehen. Abgesehen davon, dass der Schluss dabei nur qualitativen Charakters ist, sieht man doch leicht ein, dass man auf Grund desselben Versuches zu einem entgegengesetzten Schlusse kommen kann, je nachdem wie man die Ursache der grösseren oder kleineren Fähigkeit der Flächen, sich mit Aetzfiguren zu bedecken, erklärt. Bedeutend einfacher ist es anzunehmen, dass sich die mit Aetzfiguren bedeckte Fläche als ein Complex der Flächen, die sich leichter auflösen als sie selbst, erweist, und dass diese Aetzflächen nur eben darum entstehen, weil sie sich schneller auflösen, als die sie tragende Fläche. Darum ist die Leichtigkeit des Erscheinens der Aetzfiguren eher der geringeren und nicht der grösseren Löslichkeit der Fläche zuzuschreiben. Ausserdem diene als Lösungsmittel im Versuche Foullon's eine gelatinirte Lösung, die eine andere Wirkung als die Mutterlauge auf den Krystall ausüben konnte. Meiner Meinung nach können alle oben angeführten Auffassungen der genannten Forscher, die entweder auf Beobachtungen an den Aetzfiguren, die ja nur die qualitative Seite der Erscheinung charakterisiren können, oder auf Messungen der Auflösungsgeschwindigkeit der Krystalle in Flüssigkeiten, die auf letztere chemisch einwirken, begründet sind, zu keiner Entdeckung irgend welches Verhältnisses zwischen den Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen führen. Zum Erreichen dieses Zieles sind Versuche nöthig, die auf die directe Messung der Wachsthumsgeschwindigkeit der verschiedenen Krystallflächen gerichtet sind, was bis jetzt nicht unternommen worden war. Ausserdem müssen die Versuche an der Auflösungsgeschwindigkeit unter solchen Umständen ausgeführt werden, die eine vollkommene Vergleichbarkeit derselben mit den Versuchen über die Wachsthumsgeschwindigkeit gestatten.

Die Bedingungen der Vergleichbarkeit der Erscheinungen des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen.

Um irgend ein Verhältniss zwischen den Auflösungs- und Wachsthumsgeschwindigkeiten der Krystallflächen zu finden, müssen die Versuche un-

1) Molekularphysik 1, 486—487.

bedingt unter Umständen, die eine Vergleichung beider Erscheinungen zu-
lassen, ausgeführt werden. Dieses ist zu erreichen, indem man folgende
Bedingungen erfüllt:

1) Die Auflösung muss in der Mutterlauge, welche dazu ein wenig
untersättigt sein muss, stattfinden.

2) Die Mutterlauge muss bis auf einen Grad untersättigt sein, der dem
Grade der Uebersättigung derselben Lösung bei den Versuchen über die
Wachstumsgeschwindigkeit entspricht.

Nur durch Befolgung dieser Bedingungen kann man hoffen, bei der
Auflösung die Wirkung zwischen dem Medium und dem Krystalle, die gerade
das Gegentheil von dem ist, welche beim Wachsthum des Krystalles vor-
handen ist, zu verwirklichen.

Da die Versuche über das Wachsthum bei einem Ueberschusse von
ca. 3—5 g fester Substanz auf 100 g gesättigter Lösung gemacht wurden,
so erforderte die Herstellung einer entsprechenden, dass zu demselben
Quantum gesättigter Lösung eine Wassermenge, welche 3—5 g Salz auf-
lösen könnte, hinzugefügt wurde. Da die Löslichkeit des Mohr'schen
Salzes bei Zimmertemperatur ca. 30 g auf 100 g Wasser erfordert, so
musste man zur Verdünnung der gesättigten Lösung ca. 40 g Wasser auf
100 g Lösung hinzufügen.

Die Ausführung der Versuche.

Aus dem Krystalle wurden parallel seinen Flächen bis auf 0,01 mm
planparallele Plättchen ausgeschnitten.

Bei den Versuchen wurden die Plättchen paarweise verglichen, wobei
ich dafür gesorgt habe, dass beide Plättchen, die verschiedenen Flächen
parallel waren, aus einem Krystalle geschnitten waren. Beide Plättchen
wurden, um ihre Oberflächen zu reinigen, mit einem geringen Quantum un-
gesättigter Lösung abgespült, und dann wurde ihre Dicke mit einem gewöhn-
lichen Sphärometer gemessen; der Schraubengang betrug 4 mm, der Kopf der
Schraube war in 100 Theile eingetheilt. Diesen Dickenmesser hatte ich sorg-
fältig geprüft und seine Angaben bis auf 0,01 mm genau befunden, welche
Genauigkeit für meine Versuche vollständig ausreichte.

Die Plättchen, deren Dicke gemessen worden war, wurden zu gleicher
Zeit in ein Kölbchen mit ungesättigter Lösung gebracht, von welcher so
viel genommen wurde, dass die Auflösung der Plättchen während des Ver-
suches die Concentration nicht wesentlich ändern konnte. Der Grad der
Untersättigung wurde nicht genau gemessen, weil es durchaus nicht meine
Absicht war, die absolute Auflösungsgeschwindigkeit und ihre Aenderungen
mit der Concentration des Lösungsmittels zu finden. Wie oben angeführt,
entsprach die Concentration gewöhnlich ca. 40 g Wasser auf 100 g ge-
sättigter Lösung. Wenn nun ein Plättchenpaar in die Lösung gebracht war,

wurde das Kölbchen sofort mit der Hand in eine ununterbrochene Bewegung gesetzt, so dass die sich hin und her bewegende Flüssigkeit die Plättchen mit sich zog. Auf diese Weise wurde dem Entstehen eines Auflösungsfeldes um die Plättchen vorgebeugt. Dieses Durchschütteln wurde 3, 5 oder 6 Minuten fortgesetzt, worauf die Plättchen zu gleicher Zeit aus der Lösung herausgenommen, mit einem Tuche abgetrocknet und mit dem Dickenmesser gemessen wurden. Die Differenz beider Ablesungen vor und nach dem Versuche zeigte die Dicke der aufgelösten Schicht an, und dadurch konnte man die Auflösungsgeschwindigkeit des Plättchens im Vergleich zur anderen ableiten.

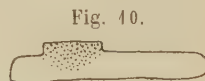
Mit ein und demselben Plättchenpaare machte ich mehrere Versuche, so dass ich im Ganzen 50 Versuche mit 35 Plättchen ausführte. Wenn die Ränder der Plättchen soweit abgerundet waren, dass eine weitere Auflösung auch Theile in der Mitte der Fläche des Plättchens krumm machen konnte, d. h. wenn diese Krümmung den Punkten, von welchen aus die Dicke des Plättchens gemessen wurde, zu nahe kam, wurden die Plättchen als unbrauchbar angesehen. Doch habe ich beobachtet, dass die Mitte der Plättchen ihre ebene Gestalt lange genug beibehält, so dass man hierbei keine Ursache zu Fehlern zu befürchten hat.

Im ersten Augenblicke scheint es, dass die kurze Dauer der Versuche über die Auflösung (3—6 Minuten), während welcher eine bedeutende Auflösung (ca. $\frac{1}{2}$ mm) der Plättchen beobachtet werden konnte, mit der längeren Dauer der Versuche über das Wachsthum (mehrere Stunden) in Widerspruch steht. Doch ist in Betracht zu ziehen, dass bei den Versuchen über das Wachsthum der Austausch zwischen den Lösungsschichten, die an den Krystall angrenzen und keinen Ueberschuss des festen Stoffes mehr besitzen, und denjenigen der mehr übersättigten Lösung, die weiter vom Krystalle entfernt ist, nicht künstlich beschleunigt werden kann; diesen muss man den Concentrationsströmungen und der Diffusion überlassen, und die geringste Störung seitens des Experimentators würde die Ausscheidung einer Menge kleiner Krystalle verursachen. Bei den Auflösungsversuchen dagegen können wir ohne weiteres durch Schütteln und Rühren der Lösung die sich auflösenden Plättchen mit immer neuen Portionen des Lösungsmittels bespülen. Dadurch erklärt sich die Möglichkeit der grossen Zeitersparung bei den Versuchen über die Auflösung. Der experimentelle Nachweis dieser Auffassung wird weiter angeführt werden.

Die Homogenitätsbedingung der Plättchen.

Die aufzulösenden Plättchen mussten möglichst homogen sein. Ein heterogenes Plättchen löst sich an verschiedenen Punkten ungleichmässig auf. (Die Abrundung der Kanten wird hier nicht in Betracht gezogen.) Am auffallendsten ist die bedeutend langsamere Auflösung der trüben Theile des Plättchens. Solche trübe Theile bleiben bei der Auflösung er-

heblich hinter den durchsichtigen (homogenen) Theilen des Plättchens zurück, indem sie auf dem durchsichtigen Plättchen eine flache, scharf hervortretende stufenartige Erhöhung bilden, so dass es scheint, als ob an ein durchsichtiges Plättchen ein undurchsichtiges angeklebt worden sei. Fig. 40 stellt den Durchschnitt eines solchen heterogenen Plättchens nach dem Versuche dar.



In Anbetracht dieses Umstandes war es durchaus nöthig, bei den Versuchen über die Auflösungsgeschwindigkeit nur ganz homogene Plättchen zu gebrauchen.

Die Resultate der Versuche.

In den folgenden Tabellen sind die Resultate der Messungen über die Auflösungsgeschwindigkeit aller 35 untersuchten Plättchen zusammengestellt. Da die Plättchen zu je 2 (sehr selten zu je 3) einer gleichzeitigen Wirkung des Lösungsmittels unterworfen wurden, so hielt ich die von mir ausgeführten 53 Versuche für ganz genügend. Mehr Versuche hätte man nur mit einer grösseren Anzahl von Plättchen machen können, da nach Verlauf mehrerer Versuche die Plättchen durch den Verlust ihrer ebenen Begrenzung unbrauchbar wurden.

In den entsprechenden Spalten der unten angeführten Tabellen sind angegeben: Die Nr. des Versuches, seine Dauer, die Nr. des Plättchens, das Symbol der Fläche, zu der das Plättchen parallel ausgeschliffen worden war, die Dicke des Plättchens vor und nach dem Versuche, der Unterschied zwischen diesen Dicken und zuletzt die relative Auflösungsgeschwindigkeit des einen Plättchens zum anderen.

Tabelle I.
Flächen (110) und (20 $\bar{1}$).

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
1	5 ^m	1	(20 $\bar{1}$)	1,91	1,49	0,42	1,00
		2	(110)	1,97	1,57	0,40	0,95
2	5 ^m	1	(20 $\bar{1}$)	1,49	1,04	0,43	1,00
		2	(110)	1,57	1,14	0,45	0,95
3	5 ^m	3	(20 $\bar{1}$)	2,25	1,83	0,42	1,00
		4	(110)	2,87	2,45	0,42	1,00
4	5 ^m	3	(20 $\bar{1}$)	1,83	1,42	0,41	1,00
		4	(110)	2,45	2,03	0,42	1,02
8	5 ^m	7	(20 $\bar{1}$)	1,76	1,50	0,26	1,00
		8	(110)	2,53	2,30	0,23	0,89

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
9	5 ^m	7	(201)	1,50	1,22	0,28	1,00
		8	(110)	2,30	1,96	0,34	1,22
10	5 ^m	7	(201)	1,22	0,89	0,33	1,00
		8	(110)	1,96	0,64	0,35	1,06
52	15 ^m	33	(201)	2,76	2,65	0,11	1,00
		34	(110)	3,39	3,30	0,09	0,82
53	60 ^m	33	(201)	2,65	2,18	0,47	1,00
		34	(110)	3,30	2,85	0,45	0,98

Wie man aus der Tabelle sieht, waren vier Paar Plättchen parallel den Flächen (201) und (110) untersucht und mit ihnen neun Versuche gemacht worden. Wenn man die Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche (201) als Einheit annimmt, so erhält man durchschnittlich aus den neun Versuchen die Grösse für die relative Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche (110)

$$0,99 \pm 0,04.$$

Dabei beträgt der mittlere Fehler der einzelnen Beobachtung $\pm 0,11$.

Aus diesen Versuchen schliessen wir, dass die beiden Flächen mit Geschwindigkeiten, welche einander in den Fehlergrenzen der Messungen gleich sind, sich auflösen, während auf Grund der Hypothese von Reciprocität der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung man erwarten sollte, dass die Fläche (201) sich zweimal so langsam als die Fläche (110) auflöse. Meiner Meinung nach genügt diese Tabelle, um die Grundlosigkeit dieser Hypothese anzuerkennen. Das Folgende wird diesen Schluss endgültig bestätigen.

Tabelle II.
Flächen (201) und (004).

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
12	5 ^m	9	(201)	3,52	3,32	0,20	1,00
		10	(004)	3,81	3,64	0,17	0,85
13	5 ^m	9	(201)	3,32	3,13	0,19	1,00
		10	(004)	3,64	3,46	0,18	0,95
14	5 ^m	9	(201)	3,13	2,92	0,21	1,00
		10	(004)	3,46	3,25	0,21	1,00
36	3 ^m	22	(004)	2,79	2,43	0,36	0,92
37	3 ^m	22	(004)	2,43	2,06	0,37	

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
38	3 ^m	24	(20 $\bar{1}$)	2,11	1,75	0,36	1,00
		22	(001)	2,06	1,66	0,40	1,11
39	3 ^m	24	(20 $\bar{1}$)	1,75	1,36	0,39	1,00
40	3 ^m	24	(20 $\bar{1}$)	1,36	0,96	0,40	
52	15 ^m	33	(20 $\bar{1}$)	2,76	2,65	0,11	1,00
		35	(001)	4,27	4,17	0,10	0,91
53	60 ^m	33	(20 $\bar{1}$)	2,65	2,18	0,47	1,00
		35	(001)	4,17	3,72	0,45	0,96

Wenn man die Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche (20 $\bar{1}$) auch in diesem Falle als Einheit annimmt, so erhält man durchschnittlich für die Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche (001)

$$0,96 \pm 0,03$$

mit einem mittleren Fehler der einzelnen Messung von $\pm 0,08$.

Man muss bemerken, dass die Versuche 36, 37, 39 und 40 in der Tabelle mit einem Plättchen gemacht worden sind, und nicht zu zwei wie gewöhnlich. Eigentlich waren die ihnen gepaarten Plättchen aus den Untersuchungen wegen Untauglichkeit ausgeschlossen wurden; da aber diese Versuche in Bezug auf den Versuch 38, der sie so zu sagen miteinander verband, symmetrisch gelegen waren, so fand ich es für möglich, die Ergebnisse dieser Versuche in Betracht zu ziehen.

Auch hier sehen wir, dass die Fläche (001), die mehr als doppelt so schnell wie die Fläche (20 $\bar{1}$) wächst, sich fast ebenso schnell wie die Fläche (20 $\bar{1}$) auflöst, was gleichfalls der Hypothese von der Gegenseitigkeit des Wachstums und der Auflösung widerspricht.

Tabelle III.
Flächen (001) und (011).

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
44	5 ^m	11	(001)	4,79	4,63	0,16	1,00
		12	(011)	3,71	3,56	0,15	0,94
45	5 ^m	11	(001)	4,63	4,49	0,14	1,00
		12	(011)	3,56	3,41	0,15	1,07
26	5 ^m	11	(001)	4,48	4,42	0,06	1,00
		12	(011)	3,39	3,34	0,05	0,83
27	5 ^m	11	(001)	4,42	3,78	0,64	1,00
		12	(011)	3,34	2,62	0,72	1,12

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Auflösungs- geschwindig- keit:	
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:	Diff.:	
28	3 ^m	11	(001)	3,33	2,93	0,40	4,00
		12	(011)	2,35	2,93	0,42	4,05
29	3 ^m	11	(001)	2,93	2,51	0,42	4,00
		12	(011)	2,93	2,48	0,45	4,07
30	3 ^m	11	(001)	2,51	2,12	0,39	4,00
		12	(011)	2,48	2,05	0,43	4,10
34	3 ^m	18	(001)	2,25	1,92	0,33	4,00
		19	(011)	2,36	1,93	0,43	0,69
32	3 ^m	18	(001)	1,92	1,50	0,42	4,00
		19	(011)	1,93	1,64	0,29	0,69

Die mittleren Grössen für diese Flächen sind:

$$(001) = 4,00$$

$$(011) = 0,95 \pm 0,06.$$

Der mittlere Fehler jeder einzelnen Messung ist gleich $\pm 0,17$.

Wenn man die Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche (011) auf diejenige der Fläche (201) bezieht, so erhält man:

$$(201) = 4,00$$

$$(011) = 0,94 \pm 0,06.$$

Es sei bemerkt, das die Plättchen 11 und 12 im höchsten Grade homogen waren und ausserdem noch eine bedeutende Dicke besaßen, was die Möglichkeit gab, viele Versuche mit ihnen auszuführen. Nach dem Versuche 27 wurden die beiden Plättchen von Neuem abgeschliffen, um die Krümmungen an ihren Rändern zu entfernen; dass sieht man auch daraus, dass die Dicke der beiden Plättchen nach dem Versuche 27: 3,78 und 2,62 mm betrug, aber am Anfange des Versuches 28: 3,33 und 2,35 mm.

Tabelle IV.
Flächen (110) und (011).

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Auflösungs- geschwindig- keit:	
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:	Diff.:	
49	3 ^m	31	(110)	2,89	2,62	0,27	4,00
		32	(011)	2,13	1,85	0,28	4,04
50	3 ^m	31	(110)	2,62	2,30	0,32	4,00
		32	(011)	1,85	1,54	0,31	0,97
51	3 ^m	31	(110)	2,30	1,95	0,35	4,00
		32	(011)	1,54	1,24	0,33	0,94

Im Mittel ergibt diese Tabelle:

$$(110) = 1,00$$

$$(011) = 0,95.$$

Auf die Fläche $(20\bar{1})$ bezogen werden die Geschwindigkeiten:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(011) = 0,94$$

was mit den Resultaten der vorigen Tabelle stimmt.

Tabelle V.
Flächen $(20\bar{1})$ und $(11\bar{1})$.

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
47	5 ^m	13	$(20\bar{1})$	2,44	2,25	0,19	1,00
		14	$(11\bar{1})$	2,34	2,11	0,20	1,05
48	5 ^m	13	$(20\bar{1})$	2,25	2,04	0,21	1,00
		14	$(11\bar{1})$	2,11	1,88	0,23	1,09
25	3 ^m	13	$(20\bar{1})$	1,99	1,64	0,38	1,00
		14	$(11\bar{1})$	1,84	1,43	0,41	1,08
41	3 ^m	25	$(20\bar{1})$	2,34	1,93	0,38	1,00
		26	$(11\bar{1})$	2,57	2,19	0,38	1,00
42	3 ^m	25	$(20\bar{1})$	1,93	1,52	0,42	1,00
		26	$(11\bar{1})$	2,19	1,77	0,42	1,00

Im Mittel erhalten wir:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(11\bar{1}) = 1,04 \pm 0,01.$$

Tabelle VI.
Flächen (110) und $(11\bar{1})$.

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
33	3 ^m	20	(110)	3,44	2,85	0,29	1,00
		21	$(11\bar{1})$	2,70	2,33	0,37	1,28
34	3 ^m	20	(110)	2,85	2,54	0,31	1,00
		21	$(11\bar{1})$	2,33	1,97	0,36	1,16
35	3 ^m	20	(110)	2,54	2,22	0,32	1,00
		21	$(11\bar{1})$	1,97	1,56	0,41	1,28
46	3 ^m	29	(110)	2,27	2,08	0,19	1,00
		30	$(11\bar{1})$	2,42	2,16	0,26	1,37

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
47	5 ^m	29	(110)	2,08	1,69	0,39	1,00
		30	(111)	2,16	1,66	0,50	1,30
48	3 ^m	29	(110)	1,69	1,44	0,28	1,00
		30	(111)	1,66	1,29	0,37	1,32

Als Mittelwerth erhalten wir:

$$(110) = 1,00$$

$$(111) = 1,28 \pm 0,03.$$

Wenn man die Auflösungsgeschwindigkeit auf die Fläche (201) bezieht, erhält man:

$$(201) = 1,00$$

$$(111) = 1,27 \pm 0,08.$$

Dieses Resultat unterscheidet sich bedeutend von dem vorhergehendem, welches man durch die unmittelbare Vergleichung der Auflösungsgeschwindigkeiten der Flächen (201) und (111) erhalten hat. Dieses hängt wahrscheinlich von einem aussergewöhnlichen Zusammentreffen von Umständen ab, welche eine grössere Wirkung auf die Resultate ausübten, als es bei einer grösseren Zahl der Versuche der Fall wäre. Wie dem auch sein möge, so beweisen doch die letzten Tabellen überzeugend, dass die Fläche (111) sich schneller als die Fläche (201) auflöst. Nach der Hypothese der Reciprocität der Geschwindigkeit des Wachsthum und der Auflösung muss es auch so sein. Aber diese Reciprocität ist nur von qualitativer Natur, da die Fläche (111) fast dreimal so schnell als die Fläche (201) wächst, aber sich weniger als anderthalbmal so schnell auflöst.

Tabelle VII.
Flächen (001) und (010).

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
19	5 ^m	15	(001)	2,72	2,50	0,22	1,00
		16	(010)	2,37	2,08	0,29	1,32
20	5 ^m	15	(001)	2,50	2,26	0,24	1,00
		16	(010)	2,08	1,80	0,28	1,17
21	5 ^m	15	(001)	2,26	1,99	0,27	1,00
		16	(010)	1,80	1,49	0,31	1,15

Diese geringe Anzahl von Versuchen führt zu folgenden mittleren Grössen:

$$(001) = 1,00$$

$$(010) = 1,21$$

oder auf die Fläche $(20\bar{1})$ bezogen:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(010) = 1,16.$$

Dieses Resultat ist nicht besonders zuverlässig. Ich konnte nicht mehr Untersuchungen an der Fläche (010) unternehmen, weil sie sehr selten genügend an den Krystallen des Mohr'schen Salzes entwickelt ist; um aber ein Plättchen parallel irgend einer natürlichen Fläche des Krystalles zu schleifen, ist es nothwendig, dass die Fläche eine genügende Ausdehnung an dem Krystalle habe, sonst kann die Orientirung des Plättchens falsch ausfallen. Wie dem auch sein möge, so kann man behaupten, dass die Fläche (010) sich, wenn auch nicht viel, schneller als die Fläche $(20\bar{1})$ auflöst.

Bisher wurden nur diejenigen Flächen in Betracht gezogen, welche auf natürliche Weise den Krystall begrenzen. Diese Flächen müssen eine geringere Wachstumsgeschwindigkeit besitzen im Vergleich zu den Flächen, welche an dem Krystalle, wegen ihrer grösseren Wachstumsgeschwindigkeit, nicht erscheinen. Darum war es interessant, eins oder mehrere Plättchen aus dem Mohr'schen Salze parallel einer krystallographisch möglichen, aber der Begrenzung des Krystalles nicht zugehörenden Fläche zu schleifen. Ich schnitt aus der Zone $[001]$ zwei Plättchen, welche zufällig mit der Fläche (110) fast ein und denselben Winkel bildeten. Der Winkel des ersten Plättchens (Nr. 17) betrug 44° , des anderen (Nr. 28) $40^\circ 15'$, so dass beide Plättchen parallel ein und derselben Form waren und dasselbe Symbol, (320) nach der alten Bezeichnung und $(3\bar{2}3)$ nach der neuen, hatten. Die Resultate der Versuche mit diesen beiden Plättchen und zwei anderen, parallel der Fläche $(20\bar{1})$, sind in folgender Tabelle angegeben.

Tabelle VIII.
Flächen $(20\bar{1})$ und (320) .

Nr. des Versuches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
22	5^m	9	$(20\bar{1})$	2,70	2,55	0,15	1,00
		17	(320)	2,29	2,09	1,20	1,33
23	5^m	9	$(20\bar{1})$	2,55	2,35	0,20	1,00
		17	(320)	2,09	1,89	0,20	1,00
24	5^m	9	$(20\bar{1})$	2,35	2,17	0,18	1,00
		17	(320)	1,89	1,68	0,20	1,11
43	3^m	27	$(20\bar{1})$	2,36	2,05	0,31	1,00
		28	(320)	2,02	1,69	0,33	1,06

Nr. des Ver- suches:	Dauer:	Nr. der Platte:	Flächen- symbol:	Dicke		Diff.:	Auflösungs- geschwindig- keit:
				vor dem Versuche:	nach dem Versuche:		
44	3 ^m	27	(20 $\bar{1}$)	2,05	4,74	0,34	4,00
		28	(320)	4,69	4,35	0,34	4,00
45	3 ^m	27	(20 $\bar{1}$)	4,74	4,36	0,35	4,00
		28	(320)	4,35	4,00	0,35	4,00

Als Mittelwerth erhalten wir aus dieser Tabelle:

$$(20\bar{1}) = 4,00$$

$$(320) = 4,08 \pm 0,05.$$

Beide Flächen lösen sich fast gleich schnell auf.

Die Zusammenstellung der Resultate.

Die Resultate aller obenangeführten acht Tabellen sind in der folgenden Tabelle vereinigt. In dieser sind die Auflösungsgeschwindigkeiten aller Flächen auf diejenige der Fläche (20 $\bar{1}$) bezogen. Dabei ist daran zu erinnern, dass für die Fläche (11 $\bar{1}$) man das Mittel aus den Tabellen V und VI nehmen muss.

Flächensymbol:	(20 $\bar{1}$)	(110)	(004)	(044)	(11 $\bar{1}$)	(010)	(320)
Auflösungsgeschwindigkeit:	4,00	0,99	0,93	0,94	4,17	4,16	4,08

Diese Tabelle zeigt uns, dass alle untersuchten Flächen mit fast gleicher Geschwindigkeit in der ungesättigten Mutterlauge sich auflösen.

Wenn man die Geschwindigkeit der Auflösung mit der des Wachstums vergleicht, so erweist es sich, dass man keine deutliche Reciprocität zwischen dieser und jener bemerken kann. Darauf wurde schon mehrere Male bei jeder einzelnen Fläche hingewiesen. Das wird noch klarer, wenn man einen Blick auf folgende Tabelle wirft.

Flächensymbole.		Geschwindigkeiten	
frühere:	normale:	des Wachstums:	der Auflösung:
(20 $\bar{1}$)	(004)	4,00	4,00
(110)	(111)	4,96	0,99
(004)	(204)	2,25	0,93
(111)	(310)	2,50	—
(11 $\bar{1}$)	(112)	2,64	4,17
(044)	(214)	2,77	0,94
(010)	(010)	—	4,16
(320)	(323)	—	4,08

Also folgt aus meinen Versuchen über die Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen des Mohr'schen Salzes, dass es keine Reciprocität zwischen diesen

Erscheinungen giebt; der grosse Unterschied in der Geschwindigkeit des Wachsens wird von fast gleicher Auflösungsgeschwindigkeit der Krystallflächen begleitet.

Dieses Resultat schien mir zweifelhaft, und ich suchte nach einem etwaigen Fehler in der Ausführung der Versuche. Ein solcher Fehler konnte selbstverständlich wie in den Versuchen über das Wachstum, so auch in denen über die Auflösung begangen sein.

Die Controlversuche über die Auflösung.

Am Anfang dieses Kapitels wurde darauf hingewiesen, dass die sehr geringe Dauer der Auflösungsversuche im Vergleich zu derjenigen des Wachstums sehr leicht dadurch erklärt werden kann, dass im ersten Falle man die volle Möglichkeit hatte, die Lösung gefahrlos umrühren zu dürfen, im zweiten aber eine solche ausgeschlossen war. Als ich jedoch im Resultate eine fast gleiche Auflösungsgeschwindigkeit für alle Flächen erhielt, so bezweifelte ich die Richtigkeit dieser Erklärung und vermuthete, dass die schnelle Auflösung durch die verhältnissmässig geringe Concentration der Lösung verursacht worden sei. Deshalb hielt ich es für nothwendig, die Beobachtungen zu controliren, indem ich eine ungesättigte Lösung nahm, deren Concentration viel näher der Sättigung, als in den vorhergehenden Versuchen, war.

Zu diesem Zwecke wurden zwei Versuche mit drei Plättchen: Nr. 33 (20 $\bar{1}$), Nr. 34 (110) und Nr. 35 (001) gemacht. Diese Plättchen wurden in eine gesättigte und nur durch ein paar Tropfen Wasser verdünnte Lösung hineingebracht. Die Lösung mit den Plättchen befand sich in einem Glasrohr, dessen Durchmesser 4,5 cm und dessen Länge 40 cm betrug; das eine Ende des Rohres wurde zugeschmolzen, das andere fest verkorkt, und zwar so, dass eine Luftblase übrig blieb. Die Röhre wurde auf einer horizontalen Queraxe befestigt und durch eine kleine Wasserturbine in Umdrehung gesetzt. Die Geschwindigkeit der Drehung war so regulirt, dass die Plättchen im Fallen jedesmal die ganze Länge der Röhre durchliefen während Dreiviertel ihrer Umdrehungsperiode. Im Fallen begegneten die Plättchen dem emporsteigenden Luftbläschen, welches dieselben durchrüttelte. Durch das Fallen der Plättchen und das Emporsteigen des Luftbläschens wurde die Lösung vollkommen durchgerührt. Die Geschwindigkeit der Drehungen betrug ca. zwei Umdrehungen in einer Minute.

Es wurden zwei Versuche Nr. 52 und Nr. 53 gemacht, die die früheren Messungen bestätigten, weswegen sie auch in die vorhergehenden Tabellen eingesetzt worden sind.

Der erste Versuch war zu kurz (15 Min.) um genaue Zahlen zu liefern. Er gab für die relative Auflösungsgeschwindigkeit folgende Grössen:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(110) = 0,82$$

$$(004) = 0,94.$$

Der zweite Versuch dauerte eine Stunde und gab folgende Resultate:

$$(20\bar{1}) = 1,00$$

$$(110) = 0,98$$

$$(004) = 0,96.$$

d. h. dieselben Grössen, wie auch die vorhergehenden Versuche bei einer geringeren Concentration.

Da ich keine andere Ursache der Fehler bemerken konnte, so hielt ich mich für berechtigt, meine weiteren Schlüsse auf die Resultate der von mir unternommenen Versuche zu gründen. Man musste aber noch die Versuche über die Wachstumsgeschwindigkeit controliren, ehe man irgend welche Schlussfolgerungen ziehen konnte.

6. Versuche über die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen des Mohr'schen Salzes. Eliminirung des Einflusses der Concentrationsströmungen mittelst drehbarer Krystallisirgefässe.

Nachdem ich meine Versuche über die relative Auflösungsgeschwindigkeit controlirt und mich von ihrer Zuverlässigkeit überzeugt hatte, unternahm ich die Controle der Versuche über die relative Wachstumsgeschwindigkeit des Mohr'schen Salzes.

Man hatte annehmen können, dass bei diesen Versuchen der Einfluss fremder Ursachen nicht genügend ausgeschlossen worden ist, was zu fehlerhaften Resultaten hätte führen können. Es schien mir, dass bei einer verticalen Lage der zu vergleichenden Flächen ein Einfluss der Flächen, die oberhalb und unterhalb der zu vergleichenden lagen, sich stark äussern könnte; die verschiedene Lage dieser Flächen in Bezug auf jede der zu vergleichenden und der Unterschied in den Geschwindigkeiten ihres Wachstums konnte sich durch eine einseitige Wirkung der Concentrationsströmungen auf die zu vergleichenden Flächen, ungeachtet der gleichartigen Aufstellung der letzteren, äussern und den Unterschied in den Wachstumsgeschwindigkeiten bedeutend vergrössern. Darum musste man eine Reihe Controlversuche unternehmen, bei welchen:

1) die zu vergleichenden Flächen ganz identischen Bedingungen ausgesetzt waren und

2) der Einfluss der Concentrationsströmungen ganz eliminirt wurde.

Eine vollständige Lösung dieser Aufgabe fand ich in der Krystallisation in drehbaren Krystallisirgefässen.

Wenn man ein horizontales cylindrisches Krystallisirgefäss, in welchem ein Krystall, in seiner Mutterlauge befindlich, unbeweglich angebracht ist,

um seine Axe dreht, so nimmt jede Krystallfläche, die parallel der Drehungsaxe ist, während einer ganzen Umdrehung des Gefässes alle möglichen Lagen in Bezug auf die Richtung der Concentrationsströmungen an, wodurch einer einseitigen Wirkung derselben auf die gesammte horizontale Zone gänzlich vorgebeugt wird.

Ausserdem werden die Flächen, welche schädlich wirken könnten, nicht über oder unter den zu vergleichenden Flächen placirt, sondern seitlich an der Drehungsaxe, was für die Aufhebung ihrer schädlichen Wirkung von Bedeutung ist.

Die Krystallisation in einer beweglichen Lösung wurde von L. Wulff¹⁾ erforscht und beschrieben. Derselbe bewies, dass die Unbeweglichkeit der Lösung keine unungängliche Bedingung für den Krystallisationsprocess sei, und dass man im Gegentheil manchmal bessere Resultate erzielt, wenn der Krystall sich in seiner Mutterlauge bewegt.

Die von mir erhaltenen Resultate liessen mich bereuen, dass ich nicht alle meine Versuche von Anfang an in drehbaren Krystallisirgefässen gemacht hatte, da diese Methode jene entschieden übertraf.

Deswegen stellte ich nach Beendigung der Controlversuche noch eine systematische Reihe von Versuchen nach derselben Methode an; unten werden die Resultate beider Serien angeführt.

Die Controlversuche mit dem drehbaren Krystallisirgefässe.

Der Apparat, welcher mir zu diesen Versuchen diente, war von mir selbst verfertigt worden und bestand hauptsächlich aus dem cylindrischen Gefässe und dem dasselbe drehenden Mechanismus.

Das Krystallisirgefäss war von derselben Dimension, wie dasjenige, welches ich zum Photographiren der Concentrationsströmungen benutzte. Sein Durchmesser betrug 4 cm und die Höhe 5 cm. Es wurde mit einer runden Glasplatte bedeckt, welche mit einem Kautschukringe versehen war, um das Krystallisirgefäss hermetisch zu verschliessen und so bei horizontaler Lage das Ausfliessen der Lösung zu verhindern.

Das so verschlossene Gefäss wurde in ein Messingrähmchen gestellt und mit einer Schraube befestigt, die den Deckel derselben fest andrückte.

Das Rähmchen wurde so auf die horizontale Axe eines Rades gesetzt, dass die Axe des Krystallisirgefässes horizontal war. Das Rad hatte im Reifen eine Rinne für den Treibriemen, welcher das Rad mit der Scheibe einer kleinen Raabe'schen Turbine verband, die das Rad und das Krystallisirgefäss in Bewegung setzte. Zur Verringerung der Drehungsgeschwindigkeit wurde zwischen der Turbine und dem Rade ein Zwischen-

1) Diese Zeitschr. 1885, 11, 120.

rad mit einem grossen Uebersetzungsverhältnisse zwischen dem Radius der Rinne und der Scheibe eingeschaltet, wodurch man eine Geschwindigkeit der Drehung des Krystallisirgefässes von einer oder zwei Umdrehungen in einer Minute erreichte.

Der Krystall wurde wie früher von Messingpincettchen gehalten, die mit Siegelack an den Deckel des Krystallisirgefässes befestigt waren.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Ein jeder Versuch bestand aus zwei Theilen. Zuerst wurden Zinksalzkristalle in einer Lösung desselben Salzes gezüchtet, um ihre Flächen vollkommener zu machen. Dabei wurden vorher alle Unregelmässigkeiten des Krystalles entfernt und mit einer Feile geebnet. Durch eine solche Züchtung wurde der Krystall im höchsten Grade regelmässig und nach allen Seiten gleich ausgebildet. Der auf solche Weise vervollkommnete Krystall des Zinksalzes wurde in eine Lösung Mohr'schen Salzes gesetzt.

Beim Versenken der Krystalle in Zink- oder Eisensalzlösung wurden folgende Vorsichtsmaassregeln beobachtet. Der Krystall wurde, nachdem er in das Pincettchen hineingebracht und an den Deckel des Krystallisirgefässes befestigt worden war, in einem Luftbade zusammen mit dem Krystallisirgefässe bis zur Temperatur der Sättigung der Lösung, in welche er nachher versenkt werden sollte, erwärmt. Dieses schützte den Krystall vor dem Zerspringen. Die Temperatur der Sättigung der Lösung wurde um ein paar Grad höher als die Zimmertemperatur, wie bei den Versuchen mit dem unbeweglichen Krystallisirgefässe, gewählt. Der entsprechende Ueberschuss des Stoffes wurde bei einer bedeutend höheren Temperatur aufgelöst; darauf wurde die Lösung durch einen Wasserstrahl bis zu einer Temperatur, die um zwei Grad diejenige der Sättigung überstieg, abgekühlt und in die Krystallisirschale, die schon mit dem ein wenig zur Seite geschobenen Deckel, welcher den Krystall trug, bedeckt war, hineingegossen. Der Deckel wurde so aufgeschoben, dass, indem noch ein kleiner, von der Lösung nicht eingenommener Raum übrig blieb, sich eine Luftblase bildete. Ich hielt das Vorhandensein dieser Blase in dem Krystallisirgefässe aus folgenden Gründen für vortheilhaft. Bei der Abkühlung der Lösung verringert sich der Druck in dem Gefässe, und darum scheidet sich die in der Flüssigkeit aufgelöste Luft in kleinen Bläschen ab; an diesen haften dann die kleinen, sich ausscheidenden Kryställchen, welche auf den Luftbläschen wie auf Aërostaten herumschwimmen und auf den wachsenden Krystall gelangen, was sehr unerwünscht ist. Die Luftblase saugt dagegen die sich ausscheidende Luft auf, und der wachsende Krystall bleibt rein. Der Druck im Krystallisirgefässe verringert sich um soviel, dass das Oeffnen des Gefässes sehr schwer wird und man dabei vorsichtig die Luft einlassen muss, indem man eine Messerklinge zwischen den Deckel und den Kautschukring schiebt.

Wenn das Krystallisirgefäss geschlossen ist, muss man dasselbe gegen das Licht halten und sehen, ob die Schlieren von der Auflösung des Krystalles in der ihn umgebenden etwas mehr erwärmten Lösung nicht zu reichlich sind. Dieses ist übrigens nur dann nötig, wenn der Krystall in seiner eigenen Mutterlauge sich befindet. Wenn die Schlieren stark sind, so muss man das Gefäss durch einen Wasserstrahl etwas abkühlen.

Das für den Versuch vorbereitete Krystallisirgefäss mit dem Krystalle und der Lösung wurde in das Rähmchen hineingepresst, welches man auf die horizontale Axe des Rades setzte, und der Mechanismus in Bewegung gebracht. Das Krystallisirgefäss drehte sich 5—40 Stunden. Am Anfange des Versuches erschienen in der Flüssigkeit nach einiger Zeit kleine Kryställchen, welche den unteren Theilen des Gefässes zurollten. Diese Kryställchen hatten durchaus keinen Einfluss auf das Wachsthum des grossen Krystalles, da in verschiedenen Phasen der Drehung um die Axe der Krystall auch verschieden in Bezug auf die Concentrationsströmungen, welche durch diese Kryställchen hervorgerufen wurden, wie auch in Bezug auf die Strömungen, welche der Krystall selbst hervorruft, zu liegen kam. Beide Kategorien der Concentrationsströmungen wurden dabei in ihrer Wirkung eliminiert.

Zu meiner Verfügung hatte ich zwei Rähmchen für Krystallisirgefässe, welche auf die Axe ein und desselben Rades gesetzt werden konnten, so dass ich zu gleicher Zeit zwei Versuche machen konnte. Gewöhnlich züchtete ich in dem einen Gefässe einen Krystall des Zinksalzes in seiner eigenen Mutterlauge, und in dem anderen in der Lösung des Mohrschen Salzes.

Als die Versuche mit der Krystallisation schon ganz genügende Resultate ergaben, schlug ich Herrn S. Weyberg (damals noch Cand. der Naturwissenschaften) vor, dieselben fortzusetzen, worauf er freundlichst einging und eine Reihe von Versuchen ausführte, welche uns eine bedeutende Zahl Ergebnisse für die Controle meiner früheren Messungen gaben.

Um die Dicke der Kruste und somit die Genauigkeit der Messungen zu vergrössern, züchtete Hr. Weyberg ein und denselben Krystall mehrere Male in der Lösung des Mohr'schen Salzes, so dass die Dicke der Kruste 2—4 mm erreichte. Selbstverständlich vergrösserte dieses die Dauer des Versuches, welche sich auf mehrere Tage erstreckte.

Da man, gemäss der Einrichtung der Maschine, gleichzeitig nur zwei Versuche ausführen konnte, so beschloss ich, meine Aufmerksamkeit auf Messungen der relativen Wachsthumsgeschwindigkeit der Flächen nur innerhalb einer Zone zu lenken und mit diesen eine genügende Anzahl von Versuchen zu machen. Es ist klar, dass es am besten war, Flächen zu wählen, welche sich in der Wachsthumsgeschwindigkeit wenig unterscheiden, da die früheren Messungen solcher Flächen eine Controle am meisten erforderten. Ich wählte die Flächen (001) und (011), wobei ich unter Anderem die

Hoffnung hegte, die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche (010), welche auch in ihrer Zone lag, zu messen, da ich mir dachte, dass vielleicht bei einer vollkommeneren Beschaffenheit der Versuche dieses mir gelingen würde.

Hier folgt die Tabelle, die die Resultate der Messungen enthält. Die Krystalle, die mit einem Sternchen bezeichnet sind, sind von Hrn. Weyberg gezüchtet und gemessen worden. Der Krystall Nr. 43 wuchs im Mohrschen Salze zweimal und der Krystall Nr. 42 viermal. Die Kruste des letzteren war so dick und die Krystalle so gross, dass man die Dicke der Kruste bei jedem Winkel einzeln messen musste.

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Wachstums- geschwindigkeit:
2	(011)	44,44	40,44	4,00	4,18
	(001)	8,57	7,72	0,85	4,00
	(011)	9,62	8,57	4,05	4,23
3	(001)	9,34	8,34	4,00	4,00
	(011)	40,60	9,34	4,26	4,26
	(011)	8,86	7,44	4,42	4,26
8	(001)	8,46	7,33	4,13	4,00
	(011)	9,93	8,47	4,46	4,29
	(011)	44,33	9,93	4,40	4,14
	(001)	44,33	40,44	4,23	4,00
	(011)	40,43	8,86	4,27	4,03
	(011)	6,39	5,04	4,35	4,25
	(001)	6,83	5,75	4,08	4,00
9*	(011)	5,75	4,57	4,18	4,10
	(011)	5,85	5,57	0,28	4,32
	(001)	6,37	5,40	0,97	4,00
	(011)	7,55	6,39	4,16	4,20
	(011)	8,52	7,57	0,95	4,22
	(001)	5,03	4,25	0,78	4,00
10*	(011)	4,25	3,27	0,98	4,26
	(011)	7,47	6,48	0,99	4,13
	(001)	7,47	6,59	0,88	4,00
	(011)	8,52	7,47	4,05	4,20
	(011)	9,87	9,40	0,77	4,15
	(001)	8,24	7,57	0,67	4,00
44*	(011)	8,24	7,57	0,67	4,00
	(011)	8,46	7,57	0,89	4,27
	(001)	9,16	8,46	0,70	4,00
	(011)	9,87	9,16	0,71	4,01

Nr. des Krystalles:	Flächen- symbol:	Ablesungen auf dem Mikrometer:		Dicke der Kruste:	Auflösungs- geschwindigkeit:
12*	(011)	4,85	0,82	4,03	4,26
	(001)	12,15	8,98	3,17	4,00
	(011)	4,88	0,78	4,10	4,25
	(001)	8,09	4,83	3,27	4,00
	(011)	8,28	4,46	3,82	4,13
	(001)	8,24	4,96	3,38	4,00
	(011)	8,26	4,16	4,10	4,18
	(001)	8,27	4,80	3,47	4,00
13*	(011)	5,32	3,21	2,11	4,31
	(001)	3,15	1,55	1,60	4,00
	(011)	5,27	3,19	2,08	4,30
	(001)	6,85	5,25	1,60	4,00
	(011)	8,05	6,15	1,90	4,21
	(001)	4,13	5,72	1,59	4,00
	(011)	6,18	4,14	2,04	4,31
	(001)	7,65	6,10	1,55	4,00

Das Mittel aus allen diesen Grössen giebt für die Wachsthumsgeschwindigkeit der Flächen (001) und (011) folgende Grössen:

$$(001) = 4,00$$

$$(011) = 4,20 \pm 0,02.$$

Aus den früheren Versuchen erhielt man für die Fläche (011) die Grösse $4,23 \pm 0,04$, die mit der jetzt erhaltenen übereinstimmt.

Die Genauigkeit des Resultates, welches man bei der Krystallisation in drehbaren Krystallisirgefässen erhielt, war doppelt so gross wie früher. Der Vorzug der neuen Methode vor der früheren tritt besonders deutlich hervor, wenn man die Fehler der einzelnen Beobachtungen vergleicht. In den früheren Versuchen betrug dieser Fehler für das gewählte Flächenpaar $\pm 0,18$, in letzteren nur $\pm 0,09$, d. h. nur die Hälfte. Aus diesem schliessen wir, dass die letzte Serie der Versuche zweimal so genau als die vorige ist.

Es gelang mir jedoch auch bei diesen Versuchen nicht, die Wachsthumsgeschwindigkeit der Fläche (010) zu messen.

Diese Fläche verwuchs ganz ebenso von den Seiten aus, indem sie viele Einschlüsse der Mutterlauge aufnahm, wie es auch schon bei den früheren Versuchen mit den unbeweglichen Krystallisirgefässen der Fall war.

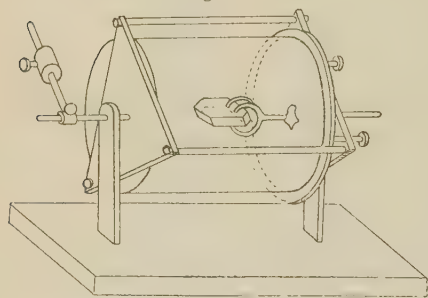
Die Grundversuche mit den drehbaren Krystallisiergefässen.

Genauere und ausführlichere Messungen an denselben Stoffen unternahm ich unter günstigeren Bedingungen für die Krystallisation. Die Versuche wurden in einem Keller ausgeführt, dessen Temperatur im Verlaufe mehrerer Wochen und sogar Monate ohne merkliche Veränderungen constant bleiben konnte.

Die erhaltenen Krystalle des Salzes $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ wurden in einer Lösung des Mohr'schen Salzes weitergezüchtet. Um dieselben in einer Lösung, die möglichst nahe der Sättigung war, zu züchten, wurde ein Ueberschuss von 2 g des Salzes auf 100 g der gesättigten Lösung genommen. Um eine bedeutende Dicke der Kruste zu erhalten, wurden für einen Krystall des Zinksalzes (von ca. 2 g Gewicht) 500 ccm Lösung genommen.

Die Lösung mit dem Krystalle wurde in ein Krystallisiergefäß, wie in den oben beschriebenen Apparat hineingesetzt, jedoch war das Gefäß von viel grösserer Dimension (Inhalt ca. $\frac{1}{2}$ Liter).

Fig. 44.



Das Krystallisiergefäß wurde in eine Metallfassung eingeklemmt, die um eine horizontale Axe drehbar war (Fig. 44). Das Krystallisiergefäß wurde so in den Rahmen hineingesetzt, dass sein Schwerpunkt, nachdem es mit der Lösung gefüllt war, möglichst auf die Drehungsaxe des Rahmens zu liegen kam.

Seine endgültige Aufstellung auf die Axe wurde durch das Verstellen eines Gewichtes erreicht, so dass, nachdem das Gefäß mit dem Rahmen in das Gestell, welches mit Zapfen versehen war, hineingebracht war, das ganze System indifferent äquilibrirt blieb. Darauf wurde das eine Ende der Axe des Rahmens mittelst eines doppelten Hooke'schen Charniers mit der Axe des Minutenzeigers eines gewöhnlichen Weckers, der als Motor diente, verbunden. Um den Wecker in einen Motor umzuwandeln, bohrte man mit einem feinen Drillbohrer einen Kanal in die Axe und den Spund des Minutenzeigers, und in diesen Kanal wurde ein Stöpsel hineingesteckt. Dann wurde die Axe des Minutenzeigers unmittelbar mit der Feder des Mechanismus verbunden. Der Wecker erwies sich als genügend stark, die 500 cm³ der Lösung, das Krystallisiergefäß und den Rahmen zu drehen. Eine Umdrehung dauerte eine Stunde. Die Dauer der Krustenbildung erforderte zwei Tage.

Als ein sehr wichtiger Vorzug dieser Methode erwies sich die Möglichkeit, dass man die Dicke der Kruste nicht nur auf denjenigen Flächen, die

parallel der Drehungsaxe waren, sondern auch auf allen anderen, ungeachtet ihrer Neigung zur Axe, in Betracht ziehen konnte. Dieses folgte aus den Messungen der Krustendicke der Flächen $\{110\}$, von welchen nur ein Paar parallel der Drehungsaxe war, das andere dagegen bis auf einen bedeutenden Winkel (ca. 70°) zur Axe geneigt. Beide Flächenpaare besaßen ganz gleiche Krustendicke. Dieser Umstand erlaubte ein und denselben Krystall zur Bestimmung der Wachsthumsgeschwindigkeiten aller seiner Flächen zu benutzen. Zu diesem Zwecke wurde der Krystall nach allen möglichen Richtungen hin zersägt und die Dicke der Kruste, wie schon früher, nachdem die Durchschnittsflächen gefärbt waren, gemessen. Wenn ein und dieselbe Fläche in mehreren Durchschnitten vorkam, so wurde sie doch in jedem einzelnen Falle gemessen.

Die Tabelle S. 510 enthält alle von mir an zehn Krystallen gemachten Messungen. Die letzte Zeile jeder horizontalen Spalte enthält die mittlere Grösse für jede Fläche. Wenig genau erwiesen sich die Bestimmungen für die Flächen $\{11\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, die bei den weiteren Erwägungen auch nicht in Betracht gezogen wurden. Die Dicke der Kruste ist in mm angegeben. Die erste Tabelle S. 511 enthält die mittleren Grössen für die Dicke der Kruste an verschiedenen krystallographischen Formen eines jeden dieser zehn Krystalle und die zweite die Wachsthumsgeschwindigkeiten in Bezug auf die Fläche $\{20\bar{1}\}$. In der Tabelle S. 510 sind diejenigen Flächen mit einem Sternchen bezeichnet, auf denen der Krystall des Zinksalzes wuchs und auf welchen deswegen keine Messung der Krustendicke unternommen wurde, weil die Fläche sich durch Unregelmässigkeit ihrer Oberfläche auszeichnete.

Wenn man die mittelst des drehbaren Krystallisirgefässes erhaltenen Grössen der relativen Wachsthumsgeschwindigkeit mit denjenigen vergleicht, welche früher erhalten wurden, so bemerkt man, dass dieselben im allgemeinen kleiner sind. Da der einzige Unterschied zwischen den beiden Serien von Versuchen, welcher eine wesentliche Bedeutung haben könnte, in der geringeren Concentration der Lösung, welche ich bei diesen meinen Versuchen benutzte, bestand, so muss man den geringeren Unterschied in den Wachsthumsgeschwindigkeiten durch die geringere Concentration der Lösung erklären.

Aber der Unterschied ist dennoch sehr bedeutend, da die Wachsthumsgeschwindigkeit auf der Fläche $\{011\}$ zwei und ein halbes Mal so gross ist als diejenige auf $\{20\bar{1}\}$, und von einem einfachen Verhältnisse mit den Auflösungs geschwindigkeiten kann keine Rede sein.

Nr.	(110)	(110)	(110)	(110)	(001)	(001)	(011)	(011)	(011)	(011)	(011)	(201)	(111)	(111)
I.	1,76	1,77	*	1,85	2,10	1,96	2,30	1,56	2,23	2,25	1,05			2,02
		1,63			2,00	2,03		2,32	2,33					
		1,65			1,99			2,25						
	1,76	1,68	—	1,85	2,04	1,99	2,30	2,28	2,28	2,25	1,05	—		2,02
II.	1,47	1,44	1,36	*	1,94	1,77	2,34	1,94	2,12	2,29	0,88	1,94		1,80
	1,43				2,07	1,97	2,16	2,05		2,34				
					2,05	1,93								
	1,45	1,44	1,36	—	2,03	1,89	2,25	1,99	2,12	2,30	0,88	1,94		1,80
III.	1,24	1,11	1,08	*	1,73	1,67	2,02	1,90		2,03	0,62			1,32
	1,26	1,19	1,17		1,60	1,69		1,94			0,62			1,36
	1,23	1,15	1,12	—	1,66	1,68	2,02	1,92	—	2,03	0,62	—		1,34
IV.	1,52	1,45	*	1,72	1,96	1,86	2,05		2,13	1,97	0,97	1,48		
	1,49	1,54		1,78	1,93	1,77	1,95		2,16	2,06	0,97	1,74		
		1,46				1,87	2,03							
						1,92								
	1,50	1,48	—	1,75	1,94	1,85	2,04	—	2,14	2,04	0,97	1,64		—
V.	1,33	1,58	1,50	*	2,05	1,89	2,11	2,19		2,17	2,15	0,63		1,53
	1,59	1,42	1,42		1,97			2,16						
	1,81	1,51												
		1,64												
	1,46	1,54	1,46	—	2,01	1,89	2,11	2,17	2,17	2,15	0,63	—		1,53
VI.	1,58	1,63	*	1,62	1,93	1,85	2,09	2,20	2,06	2,08	0,84			1,53
	1,63	1,64			1,82	1,87		2,26	2,20	2,06				
					1,91	1,77								
					1,81									
	1,60	1,63	—	1,62	1,87	1,81	2,09	2,23	2,13	2,07	0,84	—		1,53
VII.	1,35	1,45	1,55	*	1,68	1,57	2,00	1,86	2,06	1,77	0,97			
	1,38	1,46			1,63	1,48			1,71		0,93			
					1,50	1,73								
					1,48									
	1,36	1,45	1,55	—	1,57	1,59	2,00	1,86	1,88	1,77	0,95	—		—
VIII.	1,71	1,80	2,01	*	2,22	1,95	2,86	2,44	2,32	2,35	1,00			
	1,63	1,92	2,05		2,26	2,00	2,65	2,46		2,36				
	1,76	1,91			1,89									
					2,17									
	1,70	1,88	2,03	—	2,13	1,97	2,75	2,45	2,32	2,35	1,00	—		—
IX.	1,69	1,54	1,76	*	1,99	1,73	2,17	2,05	2,02		0,80	1,56		
	1,54	1,65	1,59		1,91		2,10	2,16	1,87		0,79			
	1,61		1,59		1,97		2,09	2,05						
					1,84									
	1,64	1,59	1,64	—	1,93	1,73	2,12	2,08	1,99	—	0,79	1,56		—
X.	1,76	1,68	1,80	*	1,96	1,96	2,11	2,20	2,20	2,02	0,79	1,50		—
	1,74	1,78	1,86		1,89	2,04			2,11		0,78			
	1,72				1,84	1,97								
	1,67				1,84	1,89								
	1,57													
	1,69	1,71	1,83	—	1,88	1,96	2,11	2,20	2,16	2,02	0,78	1,50		—

Nr.	{20 $\bar{1}$ }	{110}	{004}	{014}
1	4,05	4,76	2,04	2,28
2	0,88	4,44	4,96	2,16
3	0,62	4,17	4,67	4,99
4	0,97	4,58	4,89	2,08
5	0,63	4,49	4,95	2,15
6	0,84	4,62	4,84	2,13
7	0,95	4,45	4,58	4,88
8	4,00	4,87	2,05	2,47
9	0,79	4,64	4,83	2,09
10	0,78	4,74	4,92	2,12

Nr.	{20 $\bar{1}$ }	{110}	{004}	{014}
1	4,00	4,68	4,91	2,17
2	4,00	4,60	2,23	2,45
3	4,00	4,89	2,69	3,21
4	4,00	4,63	4,95	2,14
5	4,00	2,36	3,05	3,44
6	4,00	4,93	2,19	2,49
7	4,00	4,33	4,66	4,98
8	4,00	4,87	2,05	2,47
9	4,00	2,04	2,32	2,64
10	4,00	2,23	2,46	2,72
	4,00	4,88	2,23	2,57

7. Die wahrscheinliche Ursache des Nichtvorhandenseins der Reciprocität zwischen den Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen.

Nachdem ich die Versuche über Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit controlirt hatte und zur Ueberzeugung gekommen war, dass dieselben keine grossen Fehler enthalten, welche des Resultat entstellen könnten, nahm ich mir vor, die Ursache des Nichtvorhandenseins der Reciprocität zwischen diesen und jenen Geschwindigkeiten zu finden. Meiner Meinung nach muss man die Erklärung dieser Erscheinung in den Aetzfiguren, mit welchen sich die Flächen während der Auflösung bedecken, suchen.

Der Krystall bekleidet sich während des Wachsens mit vollkommenen spiegelnden Flächen, die ihre Vollkommenheit während der ganzen Dauer des Wachsens beibehalten. In diesem Falle haben wir das volle Recht, von dem Wachstume der Krystallflächen, als deutlich ausgeprägter, geometrischer und physikalischer Ebenen, zu sprechen. Bei der Auflösung jedoch verlieren die Flächen des Krystalles diesen Charakter, indem sie sich mit Aetzfiguren bedecken. Die letzteren stellen keine zufällige Erscheinung vor, sondern entstehen in Folge davon, dass das Lösungsmittel und der sich auflösende Körper nach Möglichkeit ihre Berührungsfläche zu vergrössern streben, gerade wie, wenn der sich auflösende Körper eine Flüssigkeit ist, der Diffusion eine Schrumpfung der Oberfläche vorausgehen muss. In solchem Falle darf man also nicht von der Auflösung der Krystallfläche wie von der einer Ebene sprechen. Eine mit Aetzfiguren bedeckte Krystallfläche ist eigentlich ein ganzes Aggregat von Flächen verschiedenen krystallographischen Charakters, deren Wachstumsgeschwindigkeit sehr verschieden ist. Im Resultate für die Auflösungsgeschwindigkeiten muss man daher eine Durchschnittsgrösse erwarten. Selbstverständlich kann diese Mittelgrösse von Fläche zu Fläche sich nicht viel unterscheiden, weswegen auch die relative Auflösungsgeschwindigkeit der Flächen fast gleich sein

wird, oder jedenfalls nicht solche Mannigfaltigkeit aufweisen wird, wie es der Fall bei den Wachstumsgeschwindigkeiten ist.

Dieses wird durch die oben angeführten Versuche bestätigt. Darum scheint es mir, dass die Aetzfiguren, die während der Auflösung auf der Fläche entstehen, die Vergleichung der Messungen der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Fläche ganz unmöglich machen, und dieses um so mehr, da es keine Möglichkeit giebt, das Entstehen der Aetzfiguren zu verhindern, weil ihre Bildung dem ganzen Auflösungsprocesse zu Grunde liegt.

Das Resultat, zu welchem ich hier für das Mohr'sche Salz gekommen bin, kann, trotzdem nur ein einziger Fall untersucht worden ist, als allgemein angenommen werden. Man kann behaupten, dass es in den Krystallen überhaupt keine einfache Reciprocität zwischen den Geschwindigkeiten des Wachstumes und der Auflösung der Flächen giebt. Sonst würde das Mohr'sche Salz eine unverständliche Ausnahme vom allgemeinen Gesetze sein, wenigstens kann man, wie schon erklärt worden ist, sehr leicht die Ursache eines Nichtvorhandenseins einer directen Reciprocität dieser und jener Geschwindigkeit erklären, während schwerlich anzunehmen ist, dass ein Zusammentreffen ungünstiger Umstände die anzunehmende einfache Reciprocität gerade für die Krystalle des Mohr'schen Salzes so entsellen würde.

8. Ueber die Capillaritätsconstanten der Krystallflächen in Bezug auf die Mutterlauge. Theorie von P. Curie.

Die Messungen der relativen Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen führen unmittelbar zur Bestimmung ihrer Capillaritätsconstanten in Bezug auf die Mutterlauge. Dieses wird uns verständlich werden, nachdem wir die Theorie P. Curie's genauer betrachtet und aus ihr einige Schlüsse gezogen haben.

P. Curie¹⁾ meint, dass der wachsende Krystall eine solche Form annehmen muss, bei welcher seine Oberflächenenergie die geringste ist. Curie's Mémoire ist so kurz gefasst und hat dabei eine so wesentliche Bedeutung für dieses Kapitel, dass ich seine Hauptstellen hier anführe:

» Das, was wir gleich sagen werden, kann nicht nur bei Flüssigkeiten allein, sondern auch bei jedem anderen Körper, der sich deformiren kann, ohne seine Natur und sein Volumen zu verändern, angewandt werden.

» Wenn ein derartiger Körper gegeben ist, und man keine äusseren Kräfte ausser den Capillarkräften in Betracht zieht, so ist seine innere Energie constant für alle gleichen Volumelemente, die genügend von der Oberfläche entfernt sind; andererseits

1) P. Curie, Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires de leurs diverses faces. Bull. de la Société Minéralogique de France 1885, 8, 145. Ref. diese Zeitschr. 12, 654.

existirt an der Oberfläche eine sehr dünne Uebergangsschicht; die Volumelemente dieser Schicht haben eine mittlere Energie, welche sich merklich von derjenigen der inneren unterscheidet. Darum ist ein Theil der gesammten Energie proportional dem Volumen, der andere der Uebergangsschicht, d. h. der Oberfläche.

»Wenn der Körper sich deformirt, bleibt die Energie des Volumens constant, und die ganze Energie verändert sich proportional der Oberfläche.

»Die Capillaritätsconstante k , die für die Grenzfläche zweier Medien charakteristisch ist, stellt eine Energie dar, welche verbraucht werden muss, um die Grenzfläche um eine Einheit zu vergrößern.

»Wenn der Körper allen anderen Kräften ausser den Capillarkräften entzogen ist, so strebt die Trennungsfläche, weil die Energie des Systems einem Minimum zustrebt, möglichst klein zu werden, und der Körper nimmt die sphärische Form an.

»Wenn mehrere Trennungsflächen $s_1, s_2, s_3 \dots$ den Körper begrenzen, deren Capillaritätsconstanten $k_1, k_2, k_3 \dots$ sind, so wird die stabile Form eine solche sein, bei welcher die Summe $s_1 k_1 + s_2 k_2 + s_3 k_3 + \dots$ ihren kleinsten Werth erreicht.

»Jetzt wollen wir einen Krystall in seiner gesättigten Mutterlauge betrachten und annehmen, dass einige Theile sich auflösen und nachher auf andere Theile sich ablagern; der Krystall wird sich deformiren, während weder er selbst noch seine Mutterlauge ihre Natur und ihr Volumen ändern. Wenn man die sehr geringe Wirkung der Schwerkraft unberücksichtigt lässt, so wird sich nur die Energie der Grenzfläche des Krystalles und seiner Mutterlauge ändern, und stabiles Gleichgewicht wird eintreten für diejenige Form, in welcher die Summe der Energie an der Oberfläche die kleinste sein wird.

»Jeder Fläche muss ihre Capillaritätsconstante entsprechen, da im entgegengesetzten Falle der Krystall in der Mutterlauge eine sphärische Form anzunehmen bestrebt sein würde.

»Die vorherrschende Form muss aus solchen Flächen bestehen, in welchen die Capillaritätsconstante die kleinste Grösse besitzt ⁴⁾.

»Wenn der Krystall sich in seiner gesättigten Mutterlauge bei constanter Temperatur befindet, so ist es klar, dass er seine Form nicht verändern wird, wenn dieselbe die beständige ist. Wenn sie jedoch der Bedingung der Beständigkeit nicht entspricht, wird sie sich alsdann selbst deformiren? Dieses ist wahrscheinlich, kann jedoch nur durch eine Erfahrung nachgewiesen werden.

»Der Krystall strebt gewiss eine Form anzunehmen, welche dem Minimum der Energie entspricht, und wird alle sich ihm dazu bietenden Umstände ausnützen; wir können jedoch nicht behaupten, dass er im Stande sei, dieses in seiner Mutterlauge zu erreichen.«

Curie wendet diese Theorie zur Auffindung der relativen Flächengrösse der Formen an, welche die Combination eines Krystalles bilden, indem er die Capillaritätsconstanten dieser Formen als gegeben betrachtet. Er behandelt zwei Fälle.

Fall I. Wenn ein Krystall des tetragonalen Systems durch ein Prisma und die Basis (mit einer idealen Flächenentwicklung) begrenzt ist, so ist die Beständigkeit erreicht, wenn die Seite der Basis sich so zur Seite des Prismas, wie die Capillaritätsconstante des Prismas zu derjenigen der Basis

4) Am Schlusse werden wir jedenfalls einige Einschränkung für die Anwendung der oben angeführten Theorie machen.

verhält. Bei der angenommenen Wahl der Variablen ist die Proportionalität eine umgekehrte, aber sie wird leicht zu einer directen, wenn man die Normalen aus dem Centrum des Krystalles auf die Flächen betrachtet. In diesem Falle finden wir, dass die Entfernung der Basis und der Prismenflächen vom Centrum direct proportional den Capillaritätsconstanten dieser Flächen ist.

Die Einführung der Normalen in die Untersuchung, welche Curie nicht gemacht hat, vereinfacht die Sache bedeutend und erlaubt, wie wir gleich sehen werden, eine allgemeine Gesetzmässigkeit bei der Lösung der hierher gehörenden Aufgaben zu bemerken.

Fall II. Als zweites Beispiel wählt Curie eine Combination des Würfels mit dem Oktaëder. Wenn man, wie er, als Variablen die Seite des Würfels b und den Abschnitt x dieser Seite, der durch die oktaëdrische Fläche abgeschnitten wird, von der Ecke des Würfels aus gerechnet, annimmt und durch C und O die Capillaritätsconstanten auf den Flächen des Würfels und des Oktaëders bezeichnet, so gelangt man zur folgenden Stabilitätsbedingung:

$$\frac{x}{b} = \frac{3}{2} - \frac{O}{C} \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

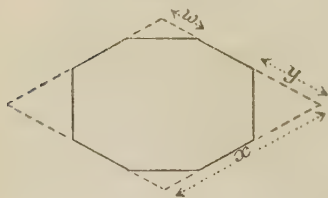
Diese Formel kann man leicht umwandeln, indem man x und b durch die Längen der Normalen ω und γ der Oktaëder- resp. Würfelfläche ersetzt. Wir kommen dann zu einem sehr einfachen Ausdrucke:

$$\frac{\omega}{\gamma} = \frac{O}{C},$$

d. h. die Entfernung der Oktaëder- und der Würfelfläche vom Centrum ist proportional den Capillaritätsconstanten dieser Flächen, ebenso wie im ersten Beispiele.

Nachdem ich eine derartige Vereinfachung durch die Einführung der Normalen bemerkt hatte, wandte ich die Theorie auf mehrere, mehr oder weniger complicirte Fälle an. Dieses erschien mir um so wichtiger, da es sich in meinen Versuchen über das Wachsthum der Krystalle um die relative Entfernung der Flächen vom Hauptcentrum des Wachsens handelte.

Fig. 12.



wir durch z , die Breite der Flächen desselben, wie sie ohne das Vor-

Beispiel 4. Nehmen wir an, dass eine holoëdrische Combination des rhombischen Systems aus den Formen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$ und $\{110\}$ in idealer Flächenconfiguration gegeben sei. Die Dimensionen der einzelnen Flächen charakterisiren wir folgendermassen: die Höhe des Prismas bezeichnen

handensein der Flächen $\{400\}$ und $\{010\}$ sein würde, bezeichnen wir durch x (s. Fig. 12); die Abschnitte der Seiten der Basis des Prismas, welche von den bezüglichen Winkeln durch die Flächen $\{010\}$ und $\{400\}$ abgeschnitten werden, bezeichnen wir durch y und w , und endlich den spitzen Winkel der Basis durch α .

Dann würde der Flächeninhalt der Krystallflächen der einzelnen Formen folgender sein:

$$\{004\} \quad 2 \sin \alpha (x^2 - y^2 - w^2),$$

$$\{110\} \quad 4(x - y - w)z,$$

$$\{010\} \quad 4y z \frac{\sin \alpha}{2},$$

$$\{400\} \quad 4w z \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Das Volumen der ganzen Figur wird sein:

$$V = \sin \alpha (x^2 - y^2 - w^2)z. \quad (1)$$

Benennen wir die Capillaritätsconstanten der Flächen der Formen $\{004\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ und $\{400\}$ durch A , B , C und D . Für die Oberflächenenergie E unserer Combination finden wir folgenden Ausdruck:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} E = A \sin \alpha (x^2 - y^2 - w^2) + 2B(x - y - w)z + \\ + 2C \sin \frac{\alpha}{2} yz + 2D \cos \frac{\alpha}{2} wz. \end{aligned} \quad (2)$$

Nach der Theorie Curie's muss man ein Minimum dieser Function bei der Constanz der Function (1) finden. Zu dem Zwecke addiren wir das Differential der Function (2) zu demjenigen der Function (1), welches mit einem willkürlichen Factor λ multiplicirt ist, und setzen die Summe gleich Null.

Für die Bestimmung des Factors λ erhalten wir folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} \lambda = \frac{2Ax \sin \alpha + 2Bz}{2xy \sin \alpha} &= \frac{-2Ay \sin \alpha - 2az}{-2yz \sin \alpha} \\ &= \frac{-2Aw \sin \alpha - 2bz}{-2wz \sin \alpha} = \frac{2Bx - 2ay - 2bw}{(x^2 - y^2 - w^2) \sin \alpha}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{wobei } a = B - C \sin \frac{\alpha}{2} \quad \text{und} \quad b = B - D \cos \frac{\alpha}{2}.$$

Indem man den ersten Quotienten mit dem zweiten und dritten combinirt, erhält man:

$$y = \frac{a}{B} x \quad \text{und} \quad w = \frac{b}{B} x. \quad (4)$$

Die Combination des letzten Quotienten mit irgend'einem vorhergehenden ergiebt unter Berücksichtigung von (4):

$$x = \frac{B}{A \sin \alpha} z. \quad (5)$$

Auf solche Weise kann man nach der gegebenen Grösse eines der Abschnitte x, y, z und w die drei übrigen bestimmen.

Für unsere Zwecke ist es wichtig; nicht die Grössen x, y, z und w , sondern die Entfernung der entsprechenden Flächen von dem Centrum der Figur zu finden. Indem man diese Entfernungen durch ξ, η, ζ und ψ bezeichnet, findet man, dass

$$\xi = \frac{B}{A} \zeta; \quad \eta = \frac{C}{A} \zeta; \quad \psi = \frac{D}{A} \zeta$$

d. h.:

$$\xi : \eta : \zeta : \psi = B : C : A : D. \quad (6)$$

Beispiel 2. Die Combination des Würfels, des Oktaëders und des Rhombendodekaëders.

Der Einfachheit der Rechnung halber wollen wir annehmen, dass die vorherrschende Form das Dodekaëder ist. Dann werden die Flächen des Würfels die vierkantigen Ecken und die Flächen der Oktaëders die dreikantigen Ecken des Dodekaëders abstumpfen. Ziehen wir durch die kurzen Diagonalen der Dodekaëderflächen die Ebenen parallel den Würfelflächen; wir erhalten somit einen eingeschriebenen Würfel; ausserhalb desselben werden die Segmente über dem eingeschriebenen Würfel liegen. Indem wir ebenso Ebenen durch die langen Diagonalen der Dodekaëderflächen parallel den Oktaëderflächen ziehen, erhalten wir das eingeschriebene Oktaëder und die Segmente über dem eingeschriebenen Oktaëder.

Indem wir die Länge der Normale zur Fläche des Dodekaëders durch δ bezeichnen, finden wir, dass die Seite des eingeschriebenen Würfels $= \delta \sqrt{2}$ und des eingeschriebenen Oktaëders $= 2 \delta$ ist.

Daraus erhalten wir:

die Oberfläche des Rhombendodekaëders	$12 \delta^2 \sqrt{2}$
das Volumen - - -	$4 \delta^3 \sqrt{2}$
die Oberfläche des eingeschriebenen Würfels	$12 \delta^2$
das Volumen - - -	$2 \delta^3 \sqrt{2}$
das Volumen der Segmente über dem eingeschriebenen Würfel	$2 \delta^3 \sqrt{2}$
die Höhe - - - - -	$\frac{1}{2} \delta \sqrt{2}$
die Oberfläche des eingeschriebenen Oktaëders	$8 \delta^2 \sqrt{3}$
das Volumen - - -	$\frac{8}{3} \delta^3 \sqrt{2}$
das Volumen der Segmente über dem eingeschriebenen Oktaëder	$\frac{4}{3} \delta^3 \sqrt{2}$
die Höhe - - - - -	$\frac{1}{6} \delta \sqrt{6}$

Es mögen die zur Combination gehörenden Flächen des Würfels und Oktaëders in der Entfernung x und y von den entsprechenden Ecken des

Dodekaëders sich befinden. In diesem Falle erhält man den Inhalt des Würfels und Oktaëders und das Volumen der Segmente über ihren Flächen sehr einfach durch die Multiplication der entsprechenden Grössen für die eingeschriebenen Formen des Würfels und des Oktaëders mit der zweiten und dritten Potenz der Quotienten von x und y durch die Höhen der Segmente über dem eingeschriebenen Würfel und Oktaëder. Ausserdem, um die Oberfläche der Seitenfläche der Segmente über den Flächen des Würfels und des Dodekaëders zu erhalten, bemerke man, dass wie diese so auch jene, indem sie bis zur gemeinschaftlichen Berührung verschoben werden, ein Dodekaëder bilden. Darum werden auch die Seitenoberflächen der Segmente aus den Oberflächen des ganzen Dodekaëders durch die Multiplication mit der zweiten Potenz der Quotienten von x und y durch die Höhen der Segmente über dem eingeschriebenen Würfel und Oktaëder gefunden. Wenn man dieses in Betracht zieht, erhält man:

Inhalt der Würfelflächen	$24 x^2$
Seitenflächeninhalt der Segmente über den Würfelflächen	$24 x^2 \sqrt{2}$
Volumen	$8 x^3$
Inhalt der Oktaëderflächen	$48 x^2 \sqrt{3}$
Seitenflächeninhalt der Segmente über den Oktaëderflächen	$72 y^2 \sqrt{2}$
Volumen	$16 y^3 \sqrt{3}$

Hieraus erhalten wir, wenn wir die Capillaritätsconstanten des Dodekaëders, Würfels und Oktaëders durch D , C und O bezeichnen, Folgendes für die Oberflächenenergie E und das Volumen V unserer Combination:

$$\frac{1}{2} E = \delta^2 D \sqrt{2} + 2 (C - D \sqrt{2}) x^2 + 2 (2 O \sqrt{3} - 3 D \sqrt{2}) y^2,$$

$$\frac{1}{4} V = \delta^3 \sqrt{2} - 2 x^3 - 4 y^3 \sqrt{3}.$$

Die Bedingung für das Minimum der Energie bei constantem Volumen wird sein:

$$\frac{2 \delta D \sqrt{2}}{3 \delta^2 \sqrt{2}} = \frac{4 (C - D \sqrt{2}) x}{- 6 x^2} = \frac{4 (2 O \sqrt{3} - 3 D \sqrt{2}) y}{- 12 y^2 \sqrt{3}}.$$

Daraus folgt:

$$\frac{x}{\delta} = - \frac{C}{D} + \sqrt{2}; \quad \frac{y}{\delta} = - \frac{O}{D} + \frac{1}{2} \sqrt{6}.$$

Führen wir nun die Normalen zum Würfel γ und zum Oktaëder ω ein, so erhalten wir:

$$x = \delta \sqrt{2} - \gamma; \quad y = \frac{1}{2} \delta \sqrt{6} - \omega;$$

folglich:

$$\frac{\gamma}{\delta} = \frac{C}{D}; \quad \frac{\omega}{\delta} = \frac{O}{D},$$

oder:

$$\gamma : \delta : \omega = C : D : O.$$

Hier ist wiederum dieselbe einfache Beziehung zwischen der Entfernung der Flächen von dem Centrum und ihren Capillaritätsconstanten.

Beispiel 3. Combination des monoklinen Prismas und der Basis; Capillaritätsconstanten P und B .

Möge die Seite der Basis y und diejenige des Prismas z sein. Weiter nehmen wir an, dass der Kantenwinkel auf der Basis an jeder der Ecken, die symmetrisch gelegen sind, α und der spitze Kantenwinkel der Prismenfläche an derselben Ecke ω sein wird. Schliesslich möge β der Winkel sein, welchen die Prismenkante mit der Basis in der Symmetrieebene bildet (der Parameterwinkel des monoklinen Systems). Für die Oberflächenenergie E und das Volumen V erhalten wir:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} E &= 2zyP \sin \omega + y^2 B \sin \alpha, \\ V &= y^2 z \sin \alpha \sin \beta. \end{aligned}$$

Die Bedingung für das Minimum der Energie bei constantem Volumen wird:

$$\frac{2By \sin \alpha + 2zP \sin \omega}{2yz \sin \alpha \sin \beta} = \frac{2yP \sin \omega}{y^2 \sin \alpha \sin \beta},$$

daraus folgt:

$$\frac{y \sin \alpha}{z \sin \omega} = \frac{P}{B}.$$

Aber $y \sin \alpha$ und $z \sin \omega$ stellen die Höhen der parallelogrammatischen Flächen der Basis und des Prismas vor. Wenn man senkrecht zur Kante y eine Schnittebene durch unseren Körper legt, so stellt dieselbe ein Parallelogramm mit den Seiten $y \sin \alpha$ und $z \sin \omega$ dar. In dieser Schnittebene werden sich die Normalen η und ξ zum Prisma und zur Basis, die senkrecht auf den Seiten des Parallelogramms stehen, befinden, daher:

$$\frac{y \sin \alpha}{z \sin \omega} = \frac{\eta}{\xi},$$

so dass

$$\eta : \xi = P : B.$$

Wieder dieselbe Proportion.

Beispiel 4. Bis jetzt haben wir centrisch symmetrische Polyöder betrachtet. Jetzt wollen wir den einfachsten Fall einer Combination ohne Centrum der Symmetrie betrachten. Nehmen wir ein rechtwinkliges Parallelepiped an, welches auf den Kanten x , y und z construiert ist und dessen Flächen krystallographisch unter einander verschieden sind, so dass die Capillaritätsconstanten der Flächen, die senkrecht auf x , y und z sind, ent-

sprechend gleich A_1 und A_2 , B_1 und B_2 , C_1 und C_2 sein werden. Alsdann wird das Volumen des Parallelepipedes sein:

$$V = xy \cdot z,$$

und die Oberflächenenergie:

$$E = xy (C_1 + C_2) + yz (A_1 + A_2) + xz (B_1 + B_2).$$

Das Minimum der Energie wird bei constantem Volumen unter folgender Bedingung eintreten:

$$x : y : z = (A_1 + A_2) : (B_1 + B_2) : (C_1 + C_2).$$

Nehmen wir einen Punkt im Parallelepiped an, dessen Coordinaten nach x , y und z , von dem Punkte aus gerechnet, wo die Flächen mit den Capillaritätsconstanten A_1 , B_1 , C_1 zusammentreffen, x_1 , y_1 und z_1 sein werden. Wir wollen diese Coordinaten so wählen, dass

$$x_1 : y_1 : z_1 = A_1 : B_1 : C_1.$$

Dann werden, wie man sich leicht überzeugen kann, die Entfernungen von diesem Punkte bis zu den übrigen Flächen folgender Bedingung Genüge leisten:

$$(x - x_1) : (y - y_1) : (z - z_1) = A_2 : B_2 : C_2.$$

Daraus folgt, dass auch in diesem Falle die Entfernung der Flächen von einem bestimmten Punkte im Krystalle proportional den Capillaritätsconstanten der Flächen ist.

Beispiel 5. Um uns zu überzeugen, dass auch Formen ohne parallele Flächen sich dieser Regel unterwerfen, wollen wir noch die Combination des Würfels mit dem Tetraëder betrachten. Indem wir, wie bei der Combination des Würfels mit dem Oktaëder, den Abschnitt der Seite des Würfels von der Ecke bis zur tetraëdrischen Fläche durch x bezeichnen, erhalten wir für das Volumen des Körpers und seine Oberflächenenergie folgende Ausdrücke:

$$V = x^3 - \frac{2}{3} x^3,$$

$$E = 6 C x^2 - 2 x^2 (3 C - T \sqrt{3}).$$

Hier stellt T die Capillaritätsconstante des Tetraëders dar. Hieraus finden wir die Stabilitätsbedingung der Combination:

$$\frac{x}{\frac{1}{2}z} = 3 - \frac{T}{C} \sqrt{2}.$$

Die Hälfte der Diagonale des Würfels wird $\frac{1}{2}z \sqrt{3}$ sein, und darum, wenn wir die Länge der Normale vom Centrum des Würfels auf die tetraëdrische Fläche durch τ bezeichnen, erhalten wir:

$$x = \frac{3}{2} z - \tau \sqrt{3}.$$

Indem wir diesen Ausdruck in den vorhergehenden einführen, erhalten wir, dass:

$$\frac{\tau}{\frac{1}{2}\pi} = \frac{T}{C},$$

d. i. wieder dieselbe Proportionalität.

Die aus diesen zahlreichen Beispielen gefolgerte Relation zwischen der Grösse der Capillariätsconstante der Krystallflächen und der Entfernung der letzteren von einem für alle Flächen gemeinschaftlichen Punkte, die die Bedingung des Minimums der Oberflächenenergie darstellt, muss eine allgemeine Gesetzmässigkeit sein. Davon kann man sich leicht durch folgende Erwägung überzeugen.

Nehmen wir an, dass wir ein Polyëder mit gegebenen Flächenrichtungen, welche durch die Normalen $n_1, n_2, n_3 \dots$ bestimmt werden, gefunden haben, welches der Bedingung des Minimums der Oberflächenenergie bei gegebenem Volumen Genüge leistet. Es ist einleuchtend, dass alle Polyëder, welche dem letzteren ähnlich sind und nur durch ihre Volumen sich von einander unterscheiden, ebenfalls dieser Bedingung Genüge leisten werden. Alle diese Polyëder werden einen Krystall in verschiedenen Wachstumsstadien vorstellen, wobei es klar ist, dass der Wachstumsanfang mit dem Centrum der Aehnlichkeit der ganzen erhaltenen Polyëderreihe zusammenfallen muss. Auf solche Weise kann man die Oberfläche eines dieser Polyëder folgendermassen ausdrücken:

$$p(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + \dots),$$

wo p eine Constante ist, und die Oberflächenenergie E bei den Capillariätsconstanten $k_1, k_2, k_3 \dots$ auf den verschiedenen Flächen

$$E = p(k_1 n_1^2 + k_2 n_2^2 + k_3 n_3^2 + \dots)$$

sein wird.

Das Volumen dieses Polyëders kann in folgender Form geschrieben werden:

$$V = q(n_1^3 + n_2^3 + n_3^3 + \dots),$$

wobei q eine Constante ist.

Da das Polyëder ein Minimum der Oberflächenenergie bei constantem Volumen besitzen muss, so müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

$$dE = 2p(k_1 n_1 dn_1 + k_2 n_2 dn_2 + k_3 n_3 dn_3 + \dots) = 0,$$

$$dV = 3q(n_1^2 dn_1 + n_2^2 dn_2 + n_3^2 dn_3 + \dots) = 0,$$

dieses ist aber nur dann möglich, wenn

$$k_1 : k_2 : k_3 \dots = n_1 : n_2 : n_3 \dots$$

Das Minimum der Oberflächenenergie bei gegebenem Volumen des Polyëders wird dann erreicht, wenn die Entfernungen

seiner Flächen von ein und demselben Punkte proportional deren Capillaritätsconstanten sind.

Hieraus ziehen wir einen für die ganze Untersuchung sehr wichtigen Schluss. Lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf ein Polyëder, welches sich aus dem Krystalle nach Verlauf einer Zeiteinheit nach dem Anfange des Wachstums ausgebildet hatte. Es ist klar, dass die Länge der Normalen, die vom Wachstumsanfange auf die Flächen des Polyëders gezogen sind, die Wachstumsgeschwindigkeit dieser Flächen angeben. Aber da nach dem eben Bewiesenen die Länge der Normalen den Capillaritätsconstanten der Flächen proportional sind, so schliessen wir hieraus, dass die Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen eines Krystalles proportional den Capillaritätsconstanten dieser Flächen in Bezug auf die Mutterlauge sind.

Indem wir die theoretischen Ansichten von P. Curie weiter entwickeln, kommen wir somit zu dem Schlusse, dass wir durch die Messung der relativen Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen zugleich die relative Grösse der Capillaritätsconstanten dieser Flächen in Bezug auf die Mutterlauge, in welcher der Krystall wächst, messen.

Wir haben gefunden, dass zwischen Capillaritätsconstanten der Flächen und ihren Entfernungen vom Wachstumsanfange der Zusammenhang existirt

$$k_1 : k_2 : k_3 \dots = n_1 : n_2 : n_3 \dots$$

In einer gewissen Wachstumsperiode möge der Inhalt der Flächen $s_1, s_2, s_3 \dots$ sein. Man kann dann sagen, dass

$$s_1 k_1 : s_2 k_2 : s_3 k_3 \dots = s_1 n_1 : s_2 n_2 : s_3 n_3 \dots$$

Aber sk ist die Oberflächenenergie in dem zu betrachtendem Wachstumsstadium und sn ist proportional dem Volumen der Pyramide, welcher als Basis die Fläche s dient und deren Spitze im Wachstumsanfange liegt. Darum ist das Volumen des Stoffes, welcher sich bei der Krystallisation auf irgend eine Fläche abgelagert, proportional der Oberflächenenergie dieser Fläche, überhaupt ist die Oberflächenenergie der Krystalles proportional der Arbeit, die auf die Bildung des ganzen Krystalles verwandt worden ist.

Die Richtigkeit dieses Schlusses ist so klar, dass man meiner Meinung nach ihn als Grundsatz annehmen und aus demselben den Satz der kleinsten Energie des Krystallpolyëders ableiten könnte. Dieses würde vollständig der Thatsache entsprechen, dass jede Fläche um so schneller wächst, je grösser ihre Energie ist; da aber die schnell wachsenden Flächen mehr oder weniger schnell verschwinden, so bleiben nur die am langsamsten wachsenden, deren Energie die kleinste ist, übrig, so dass die gesammte äussere Energie bestrebt ist, den kleinsten Werth anzunehmen.

Die Voraussetzung, dass sich aus der Lösung auf der Fläche in einer Zeiteinheit um so mehr Theilchen ablageren, je grösser die Energie der Fläche ist, erscheint mir concreter und mechanisch verständlicher, als das Princip der grössten und kleinsten Arbeitsgrösse. Es giebt keinen Zweifel darüber, dass das Princip des Grössten und Kleinsten vielen Naturerscheinungen zu Grunde liegt. Aber die Behauptung allein, dass die Erscheinung deshalb einen gewissen Verlauf annimmt, weil die Natur in irgend einer Weise das Princip der Oeconomie zu verwirklichen bestrebt ist, kann uns eine genaue Erklärung dieser Erscheinung nicht ersetzen, und wir werden erst dann befriedigt sein, wenn es uns durch die Analyse der ganzen Erscheinung gelingt, nachzuweisen, wie dieses Princip der Oeconomie im vorliegenden Falle sich verwirklicht.

Zum Schlusse lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf eine Folgerung aus den oben abgeleiteten Sätzen. Wenn die Capillaritätsconstanten untereinander gleich sind, so wird das Polyëder eine Kugel umschreiben. Mir scheint es, dass die idealen Combinationen in den Zeichnungen diesem Schlusse gemäss dargestellt werden sollten, dass die Flächen verschiedener Formen, die eine Combination bilden, ein und dieselbe Kugel berühren.

9. Ueber die am häufigsten an den Krystallen ein und desselben Stoffes vorkommenden Flächen.

Es ist bekannt, dass, wenn man vier beliebigen Flächen eines Krystalles die Symbole (100), (010), (001) und (111) zuschreibt, alle übrigen Flächen, welche am häufigsten an den Krystallen dieses Stoffes ein und derselben polymorphen Variëtität vorkommen, durch Symbole mit einfachen Indices bezeichnet werden. Dabei hängt die grössere oder geringere Einfachheit der Indices von der Wahl der Flächen ab, welchen man die Symbole (100), (010), (001) und (111) giebt.

Bravais¹⁾ suchte nach einem sichern Kriterium für die Wahl der primitiven Form. Er nahm an, dass im Molekelnetze, welches dem Baue der Krystalle zu Grunde liegt, die Spaltungsflächen, nach denen sich am leichtesten die Molekeln von den ihnen angrenzenden trennen lassen, diejenigen sein werden, welche die Schichten grösster Dichte begrenzen. Für diese Voraussetzung spricht die Eigenschaft der Bravais'schen Netze, laut welcher die Entfernung zwischen zwei aneinandergrenzenden mit Molekeln besetzten Flächen direct proportional der Dichte der Molekelvertheilung in diesen Flächen ist (respective umgekehrt proportional dem Flächeninhalt des elementaren Parallelogramms), so dass die Cohäsionskräfte der Molekeln in der Ebene einigermaßen umgekehrt proportional den Cohäsionskräften der Ebenen zu einander seien.

1) Bravais, *Études cristallographiques*, p. 166.

Danach kann man ebenso annehmen, das Flächen, welche am meisten geeignet sind, bei der Krystallisation sich zu bilden, oder anders gesagt am meisten geeignet sind, als äussere Form dem Krystalle zu dienen, im Allgemeinen eine grosse reticuläre Dichte besitzen, da die inneren Bewegungen, welche ununterbrochen auf der Oberfläche des sich bildenden Krystalles vor sich gehen, einigermassen die Rolle der äusseren Kräfte, welche den Krystall zu spalten streben, spielen.

Die Regel von Bravais lautet: »Man muss aus der unendlichen Zahl der Auflösungen, die die primitive Form angeben, diejenige wählen, welche den Krystallflächen solche reticuläre Dichten zuschreibt, deren Reihenfolge, nach abnehmender Grösse geordnet, derjenigen der abnehmenden Leichtigkeit der wirklichen Bildung dieser Flächen bei der Krystallisation oder bei der Spaltung vollständig entspricht.«

Ein wesentlicher Mangel der oben angeführten Bravais'schen Ideen besteht in der unvollkommenen Aufklärung des Unterschiedes zwischen den Cohäsionskräften im Inneren des Krystalles und denjenigen, die auf die Oberfläche des Krystalles bei seinem Wachsen wirken. Erstere hängen ausschliesslich von der Entfernung der Molekeln von einander und von der Vertheilung der Grösse der Attractionskräfte um jede Molekel ab und sind darum auch für ein und denselben Stoff stets dieselben; dagegen hängen die zweiten ausserdem noch von der capillaren Mitwirkung des Krystalles und des ihn umgebenden Mediums ab und ändern sich deswegen zugleich mit den Eigenschaften der Mutterlauge. Dies sei durch ein Beispiel erklärt. Chlornatrium krystallisirt aus einer reinen wässerigen Lösung in Würfeln, aber aus einer Lösung, welche einen Zusatz von Harnstoff enthält, in Oktaedern. Die relative Leichtigkeit der Bildung beider Formen ist in jedem Falle ganz gleich, und deswegen musste man, um die Regel Bravais's anzuwenden, sie in diesem Falle einer Beschränkung unterwerfen, indem man sich die Bedingung stellt, nur die Krystallformen, die man aus reinen Lösungen erhalten hat, in eine Reihe zusammenzustellen, oder aber der Spaltbarkeit den Flächen gegenüber den Vorzug zu geben. Die Spaltbarkeit der Chlornatriumkrystalle ist thatsächlich in beiden Fällen nach dem Würfel, d. h. sie hängt nicht von den Eigenschaften der Lösung ab.

Sohncke¹⁾ stellt in Uebereinstimmung mit Bravais die Hypothese auf, dass im Allgemeinen die am dichtesten mit Molekeln besetzten Flächen am leichtesten sich an der Oberfläche des Krystalles bilden. Er vergleicht diese Hypothese Bravais's mit den theoretischen Auffassungen Curie's von dem Minimum der Oberflächen-

1) F. Sohncke, Ueber Spaltungsflächen und natürliche Krystallflächen. Diese Zeitschr. 1888, 13, 214—235.

energie und kommt zu der Schlussfolgerung, dass beide Theorien zu einem übereinstimmenden Resultate führen.

Nach Sohncke¹⁾ »muss ein Zusammenhang zwischen der Oberflächenenergie einer Krystallfläche und ihrer Flächendichtigkeit bestehen. Nämlich für eine Fläche von dichtester Besetzung können die Molekularkräfte keine Arbeit mehr leisten, weil die Theilchen einander nicht weiter genähert werden können: die potentielle Energie einer solchen Fläche muss also ein Minimum sein. In dem Maasse, als die Flächendichtigkeiten der verschiedenen Krystallflächen geringere sind, müssen ihre Oberflächenenergien (oder Capillarconstanten) grösser sein. Hiernach scheint es also in der That nothwendig, dass die verschiedenen möglichen Krystallflächen an der wirklichen Begrenzung des Krystalles im Allgemeinen in dem Maasse geringeren Theil nehmen, als ihre Flächendichtigkeiten geringere sind.«

Ich werde mich bemühen, den Zusammenhang der reticulären Dichte mit der Spaltbarkeit und der äusseren Begrenzung des Krystalles etwas näher zu untersuchen. Dabei werde ich mich an den Ideen Bravais' halten.

Um den Krystall zu zerstören, muss man überwinden: 1) die Kräfte, welche die reticulären Ebenen in paralleler Lage auf gewisse Entfernung voneinander halten, d. h. die Cohäsionskräfte normal zur Ebene, und 2) die Kräfte, welche die Molekeln auf gewisse Entfernung in jeder Ebene festhalten, d. h. die Cohäsionskräfte parallel²⁾ zur Ebene. Auf solche Weise besteht die Arbeit der Zerstörung des Krystalles aus den Arbeiten gegen jene beiden Arten von Cohäsionskräften. Es ist klar, dass beim Spalten des Krystalles nur Theile desselben parallel den Spaltungsflächen getrennt werden, wobei die einzelnen Theile des Krystalles gar nicht zerstört werden. Darum verbraucht man beim Spalten des Krystalles nur die Arbeit gegen die normalen Cohäsionskräfte, welche die Ebenen in bestimmter Entfernung zu halten bestrebt sind; diese Entfernung wollen wir durch ε bezeichnen.

»Es ist bekannt, dass die Cohäsion der Körper um so grösser, je geringer die Entfernung zwischen den Molekeln ist. Darum kann man annehmen, dass unter übrigens gleichen Bedingungen die tangentielle Cohäsion desto grösser, je grösser die Flächendichtigkeit der Ebene sein wird, und dass die normale Cohäsion desto schwächer, je bedeutender die Entfernung zwischen zwei aneinandergrenzenden Ebenen sein wird.«

Deshalb, wenn wir mit N die Arbeit gegen die normale Cohäsion und mit A einen Proportionalitätsfactor bezeichnen, können wir annehmen, dass

$$N = \frac{A}{\varepsilon}. \quad (1)$$

1) l. c. S. 224.

2) Bravais, l. c. S. 467.

»Indem wir verschiedene Systeme der reticulären Flächen des Krystalles nach einander untersuchen, finden wir, dass die Dichte des Netzes und die Entfernung zwischen zwei benachbarten Ebenen dieser Systeme Grössen ergeben, die zugleich zunehmen und abnehmen, und dabei immer einander proportional bleiben«. ¹⁾

Wenn man also die reticuläre Dichte der Ebenen, deren Entfernung ε ist, mit ϱ bezeichnet, so erhält man:

$$\frac{\varrho}{\varepsilon} = \Omega = \text{const.}$$

Wir können also schreiben:

$$N = \frac{A}{\varrho}. \quad (2)$$

Im Krystalle muss der Proportionalitätsfactor A sich mit der Richtung ändern, da die Molekeln in verschiedenen Richtungen ungleich aufeinander wirken nicht nur der Verschiedenheit der Entfernung wegen, sondern auch dank ihrer Polarität. Aus der Formel (2) ist es klar, dass die Energie N eine geringe sein muss für die Flächen, für welche ϱ gross ist, aber unter solchen Flächen nur diejenige die Fläche der Spaltbarkeit sein wird, für welche das Verhältniss A/ϱ das geringste ist.

Was die Energie auf den Krystallflächen beim Wachstum anbetrifft, so ist dieselbe, wie wir es oben bewiesen (Kap. 8), proportional den Capillaritätsconstanten der Flächen. Wenn wir mit Sohncke annehmen, dass die Capillaritätsconstante k , unter übrigens gleichen Bedingungen, um so kleiner ist, je grösser die reticuläre Dichte der Fläche ist, so können wir analog der Formel (2) annehmen:

$$k = \frac{a}{\varrho}. \quad (3)$$

Den Factor a wollen wir die molekulare Wachstumsenergie nennen; diese Energie muss sich mit der Richtung um die Molekeln herum ändern und hängt gleichzeitig von der Beschaffenheit der Lösung ab. Selbstverständlich brauchen die Minima der Energie, der Spaltung und des Wachstums nicht einander gleich zu sein.

Wenn man die Grösse der Capillaritätsconstanten irgend einer Fläche mit der reticulären Dichte ϱ misst, so kann man die Grösse a für die entsprechende Richtung bestimmen. Dabei ist klar, dass die Grössen a nicht viel für verschiedene Richtungen im Krystalle von einander sich unterscheiden können, wenigstens nicht für diejenigen Flächen, welche die äussere Begrenzung bilden, denn es ist unmöglich anzunehmen, dass die Krystall-

1) Bravais, l. c. S. 167 und 168.

molekeln so unsymmetrisch seien, um eine sehr starke Polarität in ihrer Gegenwirkung hervorrufen zu können. Das dieses in der That so ist, davon kann man sich an den Krystallen des Mohr'schen Salzes überzeugen. Man braucht nur für die Flächen dieser Krystalle die Grösse a zu berechnen, indem man eine Anordnung der Molekeln nach dem Würfel, wie es schon früher geschah, annimmt.

Flächensymbol		Reticuläre Dichte:	Wachstums- geschwindig- keit:	Molekulare Wachstums- energie:
früheres:	normales:			
(20 $\bar{1}$)	(004)	1,00	1,00	1,00
(110)	(441)	0,58	1,96	1,16
(004)	(204)	0,45	2,25	1,04
(444)	(310)	0,32	2,50	0,80
(11 $\bar{1}$)	(112)	0,44	2,64	1,08
(011)	(211)	0,44	2,77	1,14

Aus dieser Tabelle sieht man, dass das Product kq (die molekulare Wachstumsenergie) für alle untersuchten Flächen sehr wenig abweicht, wenigstens ist der Unterschied einzelner Werthe von kq lange nicht so gross, wie derjenige der Wachstums geschwindigkeit. Aus der oben angeführten Tabelle könnte man vielleicht den Schluss ziehen, dass die Grösse a innerhalb der Fehlergrenze der Messungen constant für verschiedene Flächen ist; aber gegen solche Folgerung spricht die einfache Erwägung, dass nicht alle Flächen mit gleicher reticulärer Dichte und sogar nicht einmal die mit gleichen Indices gleich schnell wachsen (wie zum Beispiel die Flächen hemiëdrischer Formen).

Noch überraschender tritt die Correlation der Wachstums geschwindigkeiten zu den reticulären Dichten hervor, wenn man für die Wachstums geschwindigkeiten die Ergebnisse der Versuche mit den drehbaren Krystal- lisirgefässen annimmt. Wenn wir die aufs Genaueste gemessene Wachstums geschwindigkeit der Form {110} gleich $\sqrt{3} = 1,73$ setzen, so werden die Geschwindigkeiten für die anderen Flächen folgende sein:

$$\begin{array}{cccc} (20\bar{1}), & (110), & \{004\}, & \{011\} \\ 0,94 & \sqrt{3} & 2,08 & 2,38 \end{array}$$

Die reticulären Dichten derselben Flächen werden sein:

$$\begin{array}{cccc} \{20\bar{1}\}, & \{110\}, & \{004\}, & \{011\} \\ \sqrt{1} = 1,00 & \sqrt{3} = 1,73 & \sqrt{5} = 2,24 & \sqrt{6} = 2,45. \end{array}$$

Der geringe Unterschied dieser beiden Reihen von Grössen ist so über- raschend, dass ich beschloss zu untersuchen, ob wir es hier nicht mit einer allgemeinen Erscheinung zu thun haben. In Folge dessen schlug ich Herrn

Z. Weyberg vor, eine Untersuchung über die Wachstumsgeschwindigkeit irgend eines Krystalles des kubischen Systems, bei welchem wir in der Auswahl der reticulären Dichten für die Flächen viel sicherer wären, zu unternehmen. Weyberg's Untersuchung, die den Gegenstand des folgenden Aufsatzes (s. S. 534) bildet, führte zu dem Resultate, dass der Zusammenhang beider Arten von Grössen nur qualitativ hervortritt.

Da die Molekularenergie des Wachstums stetig um die Molekel herum sich ändert, die reticuläre Dichte dagegen eine unstetige Grösse ist, so erklärt dieser Umstand sehr einfach die polyëdrische Form der Krystalle.

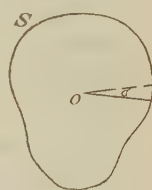
Wenn die Fläche S die Vertheilung der Grössen a um die Molekel o darstellt, so können die Grössen a innerhalb einer genügend kleinen körperlichen Ecke α nicht viel von einander sich unterscheiden und haben eine gewisse Mittelgrösse a' . Nehmen wir an, dass die Ecke α die Normale einer Fläche mit einer grossen reticulären Dichte einschliesst. Dann wird für alle anderen Flächen, deren Normalen innerhalb der Ecke α sich befinden, die Energie

$$k = \frac{a'}{\varrho}$$

sehr gross sein, weil ϱ sehr klein sein wird. Diese Flächen werden eine sehr grosse Wachstumsgeschwindigkeit in Vergleich zu der Fläche mit grosser reticulärer Dichte, welche sich zwischen ihnen befindet, besitzen. Darum können die Elemente der Begrenzung des Krystalles nicht stetig zu einander geneigt sein, d. h. sie können keine krumme Oberfläche bilden, sondern werden aus ebenen Theilen mit grosser reticulärer Dichte bestehen. Wenn der Krystall reich an Flächen ist, unter welchen sich auch solche mit complicirten Symbolen befinden, so giebt es dafür zwei Ursachen.

Erstens kann dieses beim normalen Wachsen entstehen, wenn auf Flächen mit geringer reticulärer Dichte die Molekularwachstumsenergie so gering ist, dass das Product $k\varrho$ sehr klein wird. Um solche natürliche Entstehung der Flächen mit complicirten Symbolen hervorzurufen, muss man nur auf entsprechende Weise die Eigenschaften der Lösung verändern, indem man fremde Stoffe hinzufügt. Zum Beispiel wirkt so ein Zusatz von Borax zu einer Bittersalzlösung (nach v. Hauser 1878). In einer reinen Bittersalzlösung bilden sich sehr lange Prismen mit schlecht ausgebildeten Enden; der Zusatz von Borax verzögert die Wachstumsgeschwindigkeit nach der Längsrichtung und bewirkt ein gleichförmiges Wachstum des Krystalles nach allen Richtungen. In einer reichlich mit Borax versetzten Lösung bilden sich oft Krystalle, welche sich durch eine grosse Anzahl von Flächen auszeichnen.

Fig. 13.



Als zweiten Grund kann man die Unterbrechung des Wachsthum durch die Auflösung anführen. Der Auflösungsprocess strebt die Winkel und Kanten des Krystalles abzurunden. Wenn einer solchen Auflösungsperiode eine Wachsthumperiode folgt, so bekommt in Folge der oben erwähnten Erläuterungen der Krystall eine polyödrische Form, indem er sich mit zahlreichen Flächen bekleidet, deren grösserer Theil rasch verwächst. Wenn man rechtzeitig den Wachsthumprocess unterbricht, so kann man einen Krystall mit vielen Flächen, manchmal mit sehr complicirten Symbolen, erhalten. So bildeten sich aller Wahrscheinlichkeit nach die natürlichen flächenreichen Krystalle z. B. von Calcit, Granat, Beryll u. s. w. Dieser Umstand ist sehr ausführlich in Lehmann's »Molekularphysik« aufgeklärt.

Hier wollen wir noch die Frage des künstlichen Hervorrufens von Flächen an dem Krystalle und besonders die der spontanen Entstehung von Flächen, welche zu den künstlich hervorgerufenen symmetrisch sind, erörtern.

K. v. Hauer¹⁾ hat unzweifelhaft durch seine Versuche bewiesen, dass ein derartiges künstliches Hervorrufen von Flächen, die gewöhnlich an den Krystallen nicht erscheinen, in vielen Fällen möglich ist.

Er schliiff mit einer Feile auf Chromalaunkrystallen verschiedene »rational und unrational angebrachte« Flächen und züchtete die auf solche Weise bearbeiteten Krystalle in einer Eisenammoniak-Alaunlösung fort. Eine Zucht in den Eisenammoniakalaunen war die unumgängliche Bedingung für das Gelingen der Versuche, da in ihrer eigenen Lösung die Chromalaunkrystalle ganz unregelmässig verwachsen und die sich neubildenden Flächen nicht eben blieben. Dabei erwies es sich, dass überhaupt aus der ganzen Salzmenge, die sich in bestimmter Zeit aus der Lösung abgelagert hatte, der grössere Theil für die Ergänzung der fehlenden Theile des Krystalles verbraucht wurde, dagegen der kleinere Theil für die allgemeine Vergrösserung des Krystalles. Alle künstlich gebildeten Combinationen stellen Uebergangsstadien vor, und die hervorgerufenen Krystallflächen verwachsen mit der Zeit. Diesen Umstand erklärt von Hauer ganz richtig durch den Unterschied in den Wachsthumsgeschwindigkeiten, obwohl er den Unterschied an und für sich den »Veränderungen in den Richtungen, nach welchen sich die Molekeln ablagern« zuschreibt, wobei er jedoch die Ursache dieser Veränderung für unbekannt hält.

Wenn man aus Chromalaun einen Würfel schneidet, so erhält sich dieser nicht als solcher, sondern in derselben Zeit, während die Ausflächung der angefeilten Flächen erfolgt ist, treten auch wieder alle Oktaëder- und

1) K. Ritter v. Hauer, Krystallogenetische Studien, I. Reihe. Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1860, 39, 644; II. Reihe, ibid. 1860, 49, 539.

Dodekaëderflächen sehr klein angedeutet auf. In der That verschwinden die Dodekaëderflächen, so wie man den Krystall weiter wachsen lässt.

Wenn man die Kanten eines oktaëdrischen Krystalles durch Flächen eines Dodekaëders abstumpft, so erscheinen von selbst die Flächen des Würfels, die Krystallisation zeigt jedoch eine ausgesprochene Neigung, eher dodekaëdrische Flächen als kubische zu vernichten.

Alle diese Resultate der Versuche von Hauer's sind sehr einfach durch die von mir erhaltenen Resultate erklärlich. Es ist klar, dass die Dodekaëderflächen an den Chromalaunkrystallen in Bezug auf Eisenalaunlösung die grösste Capillaritätsconstante besitzen, dagegen die oktaëdrischen die kleinste, während die kubischen die mittlere Stellung einnehmen. Dasselbe bezieht sich auch auf die relative Wachstumsgeschwindigkeit. Angeschliffene kubische und dodekaëdrische Flächen, die eine grosse Wachstumsenergie besitzen, erzeugen in ihrer Umgebung heftige Concentrationsströmungen, welche nicht nur die direct angrenzenden Lösungstheile, sondern auch diejenigen, welche andere Krystallflächen umgeben, zu jenen hinziehen, so dass sich Concentrationsströmungen an der Oberfläche des Krystalles bilden müssen. Daraus ist zu ersehen, dass die minder energisch wachsenden Krystallflächen, und um so mehr, je mehr ihre Kanten und Ecken im Wachsen aufgehalten werden, als neue Flächen, welche die Ecken und Kanten abstumpfen, erscheinen müssen. Diese Flächen verwachsen, sobald sich der Flächeninhalt der Krystallfläche, die den Ueberschuss des Nährstoffes abgiebt, genügend verringert; zugleich mit ihr verringert sich die Oberflächenenergie dieser Flächen.

Bei einem solchen willkürlichen Erscheinen von Flächen mit grosser Wachstumsenergie muss die Hauptoberflächenenergie des Wachstums sich vergrössern, was scheinbar der Theorie Curie's widerspricht.

Man darf aber den wachsenden Krystall nicht unabhängig von der ihn umgebenden Lösung betrachten, wie es schon früher angeführt worden ist. Die Energie des Krystallwachstums kann nicht nur aus der eigenen des Krystalles bestehen, sondern auch aus der Energie der Lösung, welche sich unter anderem in den Concentrationsströmungen ausdrückt. Die Concentrationsströmungen sind bestrebt, den Nährstoff von einigen Theilen des Krystalles wegzunehmen und zu anderen Theilen desselben, die intensiver wachsen, zu bringen. Darum werden auch die weniger genährten Theile scheinbar eine geringere Energie besitzen.

Durch die Concentrationsströmungen an der Oberfläche des Krystalles lässt sich auch das Erscheinen von Flächen, welche symmetrisch in Bezug auf zufällig gebildete Flächen sind, erklären. v. Hauer giebt an, dass, wenn man parallel der Würfeläche beide entgegengesetzte Enden des Chromalaunkrystalles so viel abfeilt, dass der Krystall tafelförmig wird,

man beim weiteren Wachsen desselben in einer Eisenaunlösung eine vollständige Combination erhält.

Es ist leicht zu verstehen, dass die angeführten Versuche von Hauer's in einem engen Zusammenhange mit der Erscheinung der sogenannten Regeneration oder Heilung der Krystalle stehen. Diese Erscheinung erklärt sich sehr einfach durch die ungleichmässige Wachsthumsgeschwindigkeit des Krystalles nach verschiedenen Richtungen und durch die Concentrationsströmungen, die durch die schnell wachsenden Theile des Krystalles hervorgerufen werden; die Sache scheint mir so einfach zu sein, dass ich mich dabei nicht weiter aufhalten werde.

XXVI. Studien über relative Wachsthumsgeschwindigkeit der Krystallflächen.

Von

Z. Weyberg in Warschau.

Die Beziehung zwischen den Wachsthumsgeschwindigkeiten der Krystallflächen des Mohr'schen Salzes und ihren reticulären Dichten, welche von Prof. G. Wulff beobachtet und mit der Theorie Curie's in Zusammenhang gebracht worden ist, gab Anlass, die Wachsthumsgeschwindigkeiten der Krystallflächen anderer Körper zu erforschen. Auf Vorschlag Prof. Wulff's führte ich einige Versuche und Messungen in dieser Hinsicht an Alaunen aus, deren Krystalle, da sie zum regulären System gehören, die Möglichkeit darbieten, die einfachste Anordnung der Molekeln in ihnen zu bestimmen, ohne zu Annahmen zu greifen, welche sich auf das Princip Mallard's gründen. Es wurden die Wachsthumsgeschwindigkeiten der Flächen {111}, {100} und {110} des Eisenammoniumalauns beobachtet, welche auf Krystallen von Kaliumaluminiumalaun gezüchtet wurden. Diese Versuche und Messungen wurden nicht nur nach der Methode Prof. Wulff's, sondern auch mittelst seiner Apparate, die er mir zur Verfügung stellte, ausgeführt. Darum führe ich hier nur die Art der Berechnungen an. Die Dicke der Kruste wurde auf jeder Fläche an mehreren Stellen des Durchschnittes gemessen, oder an mehreren Durchschnitten, die in verschiedenen Richtungen gemacht worden waren; aus diesen Zahlen wurde die mittlere Dicke der Schicht, die auf der bestimmten Fläche aufgewachsen war, bestimmt. Die mittlere Dicke der Schicht jeder Fläche {110} oder {100} eines Krystalles wurde durch die Dicke der Kruste dividirt, welche auf diejenigen Flächen desselben Krystalles aufgewachsen war, deren Wachsthumsgeschwindigkeit als Einheit angenommen war. Dadurch erhielt man eine Reihe Verhältnisse, die zu einem Krystalle, d. h. zu einem Versuche, gehörten. Die durchschnittlichen Verhältnisse, die aus einer jeden solchen Reihe erhalten wurden, sind in den weiter folgenden Tabellen angeführt; hier werden als Beispiel zwei vollständige Tabellen aller gemessenen Dicken und berechneten Verhältnisse zweier Krystalle angeführt.

Krystall II. Serie D.

Dicke der Kruste						Verhältnisse der Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen									Mittel
001	100	040	110	011	101	$\frac{101}{010}$	$\frac{101}{100}$	$\frac{101}{001}$	$\frac{011}{010}$	$\frac{011}{100}$	$\frac{011}{001}$	$\frac{110}{010}$	$\frac{110}{100}$	$\frac{110}{001}$	
4,02	1,03	1,00	2,02	1,94	2,05										
4,01	0,99	0,95	2,03	1,94	2,04										
4,00	1,04	1,00	2,00	1,92	2,02										
0,97	1,04		2,00	1,91	2,01										
4,00			2,03	1,92	2,02	2,06	2,01	2,03	1,96	1,94	1,93	2,05	2,00	2,02	1,99 ¹⁾
4,00			2,01		2,03										
			2,02												
1,00	1,01	0,98	2,02	1,93	2,03										

Die Art der Herstellung der Krystalle von Kaliumaluminiumalaun und ihre Eigenschaften werde ich in einem später folgenden Aufsätze beschreiben; hier bemerke ich nur, das für diese Versuche nur solche Krystalle gewählt wurden, deren Flächen {100} wenigstens 8 mm und {110} 6 mm breit waren. Die Versuche dauerten 8 bis 72 Stunden, die Menge der Lösung war 350 bis 1200 cm³, die Uebersättigung 2⁰/₀²⁾ und die Temperatur fast constant³⁾.

Es wurden 38 Versuche in fünf Serien gemacht.

Serie A.

Elf Versuche in dem Krystallisirgefässe I von 350 cm³ (Höhe 8 cm, Diameter des Bodens 75 cm). Die Versuche dauerten 8 bis 12 Stunden, was von der Breite der Flächen {110} auf dem Kerne abhing. Der Versuch wurde unterbrochen, wenn auf der Kruste die Flächen {110} als Streifen von ca. 0,5 mm Breite übrigblieben. Die aus dieser Serie erhaltenen Geschwindigkeiten sind in der folgenden Tabelle⁴⁾ angeführt.

1) In den folgenden Tabellen sind nur diese Zahlen mitgeteilt.

2) Diese Stufe der Sättigung war empirisch durch eine ganze Reihe von vorläufigen Versuchen als die geeignetste gefunden worden, weil sie in einem mässigen Zeitraume eine Kruste ohne Verwachsen von {110} zu erhalten erlaubte.

3) Die Schwankungen der Temperatur im Laufe eines Jahres im Keller des mineralogischen Laboratoriums der Warschauer Universität liegen zwischen +12,5⁰ C. bis +5⁰ C.

4) Die römischen Ziffern bezeichnen die Nr. der Versuche, die verticalen Spalten enthalten: ϵ den mittleren Fehler des Resultates und e den mittleren Fehler jedes einzelnen Versuches, die untere horizontale Rubrik enthält die mittleren Grössen für die ganze Serie.

Nr.	$\frac{V_{110}}{V_{111}}$	ε	e	$\frac{V_{100}}{V_{111}}$	ε	e	$\frac{V_{110}}{V_{100}}$	ε	e
I	7,96	0,00	0,00	4,86	0,00	0,00	4,64	0,00	0,00
II	40,09	0,47	0,43	4,88	0,07	0,13	2,06	0,02	0,04
III	8,87	0,56	1,13	4,68	0,40	0,56	1,89	0,01	0,04
IV	7,74	0,14	0,34	4,46	0,08	0,21	1,73	0,02	0,04
V	9,65	0,06	0,11	4,29	0,03	0,05	2,24	0,00	0,00
VI	9,04	0,23	0,47	4,37	0,08	0,23	2,27	0,13	0,19
VII	9,71	0,29	0,58	4,45	0,13	0,37	2,19	0,07	0,11
VIII	9,71	0,32	0,65	4,35	0,11	0,32	2,23	0,04	0,06
XI	7,65	0,26	0,74	4,07	0,23	0,66	1,88	0,06	0,13
X	8,68	0,32	0,56	4,07	0,10	0,24	2,13	0,02	0,03
IX	8,62	0,26	0,64	4,72	0,14	0,36	1,83	0,01	0,03
Mittel	8,87	0,24	0,81	4,47	0,08	0,27	2,01	0,06	0,21

Serie a.

An fünf Krystallen, welche mit einer Kruste, die den Bedingungen der Serie A entsprachen, bedeckt waren, verwachsen die Flächen {110}. An denselben konnte man also nur $V_{(100)}$ messen. Sie stellen die Serie a dar und gaben folgende Zahlen:

Nr.	$\frac{V_{100}}{V_{111}}$	ε	e
I.	4,43	0,06	0,10
II.	3,48	0,04	0,07
III.	4,09	0,18	0,45
IV.	4,16	0,06	0,17
V.	4,51	0,11	0,40
Mittel:	4,13	0,16	0,36

Aus den angeführten Tabellen ist zu ersehen, dass die Zahlen, welche das Verhältniss der Wachsthumsgeschwindigkeiten {110} zu {111} bezeichnen, stark schwanken. Man muss annehmen, dass dieses theilweise von der sehr kleinen Dicke der Kruste auf {111} (ca. 0,2 mm) abhängt. Bei einer so kleinen Zahl wird das Resultat durch alle Unebenheiten der Kruste und Ungenauigkeiten der Messung bedeutend beeinträchtigt. Das sieht man übrigens auch schon aus dem Verhältnisse $V_{100} : V_{110}$; diese Zahlen schwanken nicht so stark, da in diesem Falle die Dicke der Kruste auf {100} ca. 1 mm betrug. Da man auf den Flächen {110} keine dickere Kruste als unter den Bedingungen der Serie A erhalten konnte, weil diese Flächen an dem Kernkrystalle zu schmal waren und deshalb schnell verwachsen, so entschloss ich mich, um genauere Zahlen zu erhalten, mich auf die Feststellung des Verhältnisses $V_{110} : V_{111}$ zu beschränken, und deswegen unternahm ich eine Serie von Versuchen, in welchen die Flächen {110} verwachsen konnten,

dagegen die Kruste auf {111} und {100} eine grössere Dicke als in der Serie A erreichen konnte.

Serie B.

Sechs Versuche in einem Krystallisiergefässe von 600 cm³ (Höhe = Diameter des Bodens = 9 cm) während 32 Stunden; die Dicke der Kruste auf {111} ca. 1 mm. Die erhaltenen Resultate sind aus den angeführten Tabellen ersichtlich.

Nr.	$\frac{V_{100}}{V_{111}}$	ε	e
I.	2,85	0,12	0,21
II.	3,83	0,07	0,18
III.	4,39	0,17	0,50
IV.	3,04	0,05	0,15
V.	3,39	0,04	0,12
VI.	3,29	0,07	0,28
Mittel:	3,44	0,20	0,50

Hier sehen wir, dass die Schwankungen noch grösser sind. Mit der Annahme, dass, wenn ich die Dicke der Kruste noch vergrössere, ich entweder den Fehler vermindern oder die Ursache der Schwankungen finden würde, unternahm ich Versuche, die noch länger dauerten, mit einer grösseren Menge Flüssigkeit.

Serie C.

Sechs Versuche in einem Gefässe von 1200 cm³ (Höhe = Diameter des Bodens = 11,5 cm) während 72 Stunden; die Dicke der Kruste auf den Flächen {111} ca. 2 mm. Geschwindigkeiten folgende:

Nr.	$\frac{V_{100}}{V_{111}}$	ε	e
I.	3,45	0,06	0,21
II.	3,41	0,03	0,13
III.	3,88	0,06	0,16
IV.	2,96	0,03	0,13
V.	3,12	0,06	0,21
VI.	4,37	0,07	0,31
Mittel:	3,36	0,14	0,32

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass der Fehler geringer ist als in der Serie B¹⁾. Aber es blieb räthselhaft, warum sich in der Serie A $V_{100} =$ ca. 4,5 und in der Serie B und C ca. 3,4 ergab. Der Versuch Nr. V der

¹⁾ In die Berechnung der Spalte »Mittel« der Serie C sind die Zahlen des Versuches Nr. VI nicht hineingebracht.

Serie C klärte die Sache auf. Ich bemerkte, dass der übersättigende Ueberschuss in grosser Menge sich nicht nur auf dem Krystalle, sondern auch an den Wänden des Gefässes ablagerte. Der Krystall wurde vor und nach dem Versuche gewogen, ebenso die Kryställchen, die sich an den Wänden des Krystallisirgefässes angesetzt hatten; so erwies sich, dass 37 g Salz ausgeschieden worden waren, während nur 30 g übersättigenden Ueberschusses aufgelöst wurden. Folglich musste die Lösung schon vor dem Experimente übersättigt gewesen sein, da die Temperatur eine ziemlich lange Zeit constant blieb. Jede Portion der Lösung wurde 12 Stunden lang über kleinen Kryställchen gelassen und von Zeit zu Zeit mit denselben stark durchgeschüttelt. Die Lösung einiger anderer Salze sind nach solcher Behandlung nicht mehr übersättigt, jedoch scheidet der Eisenammoniumalaun den übersättigenden Ueberschuss langsamer aus.

Deshalb wurde die für die Versuche der Serie C dienende Lösung 48 Stunden lang über kleinen Kryställchen stehen gelassen. Mit dieser in solcher Weise zubereiteten Lösung machte ich den Versuch Nr. VI und erhielt $V_{100} = 4,37 \pm 0,07$.

Die Kruste auf {111} war dünner als auf den ersten fünf Krystallen der Serie C (ca. 1 mm) und besass eine glatte, fast glasartig glänzende Oberfläche¹⁾, ähnlich wie in den Serien A und a. Folglich ging die Krystallisation in den Serien B und C schnell vor sich, was aller Wahrscheinlichkeit nach die localen Unebenheiten der Kruste hervorgerufen hatte. Die relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen hängen, wie man es annehmen kann, von der Uebersättigungsstufe der Lösung ab. Darauf weisen die oben angeführten Schwankungen hin, welche nicht anders als von einer ungleichen Uebersättigung entstehen konnten.

Da das Ziel der Arbeit die Erforschung einer Abhängigkeit der relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen von ihren reticulären Dichten und nicht der Zusammenhang der Geschwindigkeiten mit den Concentrationen war, so liess ich V_{100} zur Seite und bemühte mich, die Zahl, welche das Verhältniss der Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen {110} zu {100} ausdrückt, festzustellen. Zu diesem Zwecke unternahm ich die

Serie D.

Sie besteht aus zehn Versuchen unter folgenden Bedingungen: Die Lösung wurde zwischen den Versuchen über kleinen Kryställchen 72 Stunden stehen gelassen, die Uebersättigung war wie bei allen Versuchen 2%; die Versuche der Serie D wurden nicht in 350, wie die Serie A, sondern in 600 cm³ Lösung gemacht, damit die Concentrationen der Lösung am Anfang und am Ende des Versuches sich möglichst wenig unterschieden. Jeder Versuch dauerte 42 Stunden; diese Serie ergab folgende Zahlen:

1) Die Krystalle $(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 42H_2O$ haben gewöhnlich Fettglanz.

Nr.	$\frac{V_{110}}{V_{100}}$	ε	e
I.	2,04	0,07	0,40
II.	1,99	0,02	0,05
III.	2,04	0,03	0,06
IV.	2,07	0,05	0,09
V.	2,25	0,04	0,43
VI.	2,22	0,04	0,42
VII.	1,74	0,02	0,03
VIII.	1,94	0,04	0,09
IX.	1,89	0,02	0,05
X.	1,69	0,03	0,05
Mittel:	1,99	0,05	0,17

Es ist zu sehen, dass die Krystallisation in diesen Versuchen besser vor sich ging, als in der Serie A. Die Uebersättigung war beständiger, da die Lösung sechsmal so lange in Ruhe blieb. Die Kruste erreichte kaum in 42 Stunden eine solche Dicke, wie in der Serie A schon nach 8 Stunden (auf {100} ca. 1 mm). Dennoch ergaben diese beiden Serien übereinstimmende Zahlen:

$$\text{Serie A. } V_{110} : V_{100} = 2,04, \quad \varepsilon = \pm 0,06, \quad e = \pm 0,24$$

$$\text{Serie D. } V_{110} : V_{100} = 1,99, \quad \varepsilon = \pm 0,05, \quad e = \pm 0,17$$

woraus sich ergibt:

$$V_{110} : V_{100} = 2,00, \quad \varepsilon = \pm 0,04, \quad e = \pm 0,19,$$

so dass man auf Grund der 24 Versuche, die diese beide Serien bilden, Folgendes sagen kann:

Krystalle des Eisenammoniumalauns wachsen in ihrer eigenen reinen wässrigen Lösung bei einer Uebersättigung von ca. 2% und bei der Temperatur 8° C. doppelt so schnell senkrecht zu den Flächen des Rhombendodekaëders, als senkrecht zu den Flächen des Würfels.

Was das Verhältniss der Wachstumsgeschwindigkeiten des Würfels und des Oktaëders anbetrifft, so wurden für dasselbe folgende Werthe erhalten:

Serie A.	$V_{100} : V_{111} = 4,47,$	$\varepsilon = \pm 0,08,$	$e = \pm 0,27$
- a.	4,13	0,16	0,36
- B.	3,44	0,20	0,50
- C.	3,36	0,14	0,32

In mehreren vorläufigen Versuchen, welche ich für unnütz halte genauer zu beschreiben, versuchte ich, eine Kruste in sehr schwach übersättigten Lösungen zu erhalten; hier wurden die Flächen {111} aber gar

nicht oder nur mit einer kaum bemerkbaren Eisenammoniumalaunkruste bedeckt; der ganze übersättigende Ueberschuss krystallisirte nur auf den Flächen $\{100\}$ und $\{110\}$, so dass die Wachstumsgeschwindigkeiten dieser Flächen im Verhältniss zu der Wachstumsgeschwindigkeit $\{111\}$ sehr gross waren. In der Serie a, in welcher die Flächen $\{110\}$ verwuchsen, war die Uebersättigung grösser als in der Serie A, und wir erhielten ein Verhältniss $V_{100} : V_{111}$, welcher etwas kleiner als in der Serie A ist. Die Versuche der Serien B und C wurden, wie oben erwähnt, in einer noch mehr übersättigten Lösung ausgeführt; sie gaben noch geringere Zahlen. Meine Versuche sind nicht zahlreich und nicht mannigfaltig genug, um diese Frage zu lösen; doch scheint das Angeführte darauf hin zu deuten, dass die Wachstumsgeschwindigkeit des Würfels bei dem Eisenammoniumalaun mit der Steigerung der Uebersättigung sehr rasch abnimmt. Welchem Gesetze diese Veränderungen folgen, können nur weitere Versuche zeigen.

Eine solche Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit von der Concentration macht die Beantwortung der Frage von der Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen zu der Flächendichtigkeit derselben sehr schwierig. Qualitativ steht die Reihenfolge der von mir bestimmten Wachstumsgeschwindigkeiten jedenfalls im Zusammenhange mit derjenigen der reticulären Dichten des oktaëdrischen Raumgittertypus, wie man aus der folgenden Zusammenstellung ersehen kann:

$$\begin{array}{ll} \Sigma_{111} : \Sigma_{100} = 4 : 4,44; & \Sigma_{100} : \Sigma_{110} = 4 : \sqrt{2}, \\ V_{111} : V_{100} = 4 : 4,47 - 4 : 3,36; & V_{100} : V_{110} = 4 : 2. \end{array}$$

Hier bedeutet Σ den Flächeninhalt des elementaren Parallelogramms der Netzebene.

XXVII. Ueber einige Telluride von Colorado.

Von

Ch. Palache in Cambridge, Mass.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 4—6.)

1. Sylvanit von Cripple Creek.

Das Vorkommen von Sylvanit unter den Tellurerzen von Cripple Creek wurde zuerst durch die Analyse von Pearce¹⁾ bekannt. Derselbe schrieb den beträchtlichen Silbergehalt der Erze, zum grössten Theil wenigstens, diesem Mineral zu. Seine Analyse war jedoch mit dichtem Material ausgeführt. Der Mangel eines krystallographischen Beweises für die Anwesenheit von Sylvanit, in Verbindung mit dem Umstande, dass andere Forscher dieses Mineral nicht finden konnten, bewirkten Zweifel gegenüber seinen Resultaten und die Vermuthung, dass der Silbergehalt der Erze dem dort gewöhnlichen Calaverit, welcher bekanntlich etwas Silber enthält, zuzuschreiben sei.

In den letzten Jahren sind Sylvanitkrystalle in beträchtlicher Menge in mehreren Cripple Creek-Minen gefunden worden. Es soll in dieser Abhandlung eine Reihe solcher beschrieben werden, die einen genügenden Beweis für die Richtigkeit der von Pearce ausgesprochenen Ansicht bilden.

Die beschriebenen Krystalle wurden dem Autor von Prof. Hobbs an der Universität von Wisconsin zur Untersuchung gegeben. Derselbe hatte sie von Herrn F. M. Woods in Victor, Colorado, erhalten, der sie selbst gesammelt hatte. Die Krystalle waren theils als »Sylvanit« von Mabel M. Property, Beacon Hill, Victor, theils als »Calaverit« von Victor, Colorado, etikettirt.

1) Proc. Col. Sci. Soc. 1894.

Die gesammte Menge erwies sich als Sylvanit und bestand aus isolirten Krystallen und Krystallstücken, die hinsichtlich ihrer Grösse zwischen 1 mm und 8 mm in der grössten Ausdehnung schwankten. Ihre Farbe ist rein silberweiss. Viele Bruchstücke zeigten vollkommene Spaltbarkeit parallel dem Klinopinakoid, die für dieses Mineral charakteristisch ist und es leicht von dem häufigeren Calaverit unterscheiden lässt. Das spezifische Gewicht, an drei Krystallen mittelst der hydrostatischen Wage bestimmt, ist 8,164.

Der herrschende Habitus der Krystalle ist dünntafelig nach $b = \{010\}$. Die Seiten der Tafeln sind gebildet durch Flächen der Orthodomenzone. Die Tafeln sind häufig papierdünn und die Randflächen für Messungen zu schmal. Ein zweiter Habitus ist prismatisch, bestimmt durch die vorherrschende Ausbildung der Zone der primären positiven Hemipyramide $\{111\}$ und des Orthodomas $\{101\}$ neben andern Hemipyramiden dieser Zone. Wie man aus den Figuren sieht, sind Krystalle von dieser Ausbildung sehr flächenreich; einige der Flächen sind neu für dieses Mineral.

Skelettartige Ausbildung, wie sie am Sylvanit von anderen Fundorten wohl bekannt ist, ist gewöhnlich an diesen Krystallen, jedoch ohne Einfluss auf die Beschaffenheit der Flächen, welche im Allgemeinen glänzend sind und gute Reflexe liefern.

Die Messungen wurden mit dem zweikreisigen Goniometer ausgeführt, und zwar konnten die Krystalle sehr genau auf die drei Pinakoide, die fast immer vollzählig vorhanden sind, justirt werden.

An den fünf gemessenen Krystallen wurden folgende 29 Formen beobachtet¹⁾:

$c = \{004\}$, $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $R = \{120\}$, $e = \{110\}$,
 $f = \{210\}$, $g = \{310\}$, $m = \{101\}$, $n = \{201\}$, $N = \{204\}$, $d = \{011\}$,
 $v^* = \{525\}$, $\gamma = \{212\}$, $t = \{323\}$, $r = \{111\}$, $w^* = \{343\}$, $s = \{121\}$,
 $o = \{131\}$, $q = \{144\}$, $i = \{321\}$, $j^* = \{521\}$, $u^* = \{723\}$, $II = \{344\}$,
 $y = \{123\}$, $\varrho = \{111\}$, $\sigma = \{121\}$, $J = \{321\}$, $\kappa = \{521\}$, $Y = \{123\}$.

In der folgenden Tabelle sind die berechneten und gemessenen Winkelwerthe der vier neuen Formen angeben. Die Formen $o = \{131\}$, $q = \{144\}$, und $II = \{344\}$ sind zwar nicht neu, aber seit Miller's Untersuchung nicht mehr beobachtet worden und hier mit ihren berechneten Winkeln aufgeführt, um die Tabellen von Goldschmidt zu vervollständigen, der sie als zweifelhaft wegliess. Die neue Form $u = \{723\}$ ist insofern interessant, als sie nahezu an allen gemessenen Krystallen in guter Ausbildung vorkommt und offenbar für diesen Fundort charakteristisch ist.

1) Die mit * versehenen Formen sind neu.

Bezeichnung	Miller- sches Symbol	Berechnet		Beobachtet		Schwan- kungen				Zahl der Beob- achtungen	Beschaffen- heit der Flächen
		φ	ϱ	φ	ϱ	φ		ϱ			
						+	−	+	−		
<i>v</i>	{525}	57° 6'	39° 41'	57° 3'	39° 36'	12'	13'	7'	3'	5	schön
<i>w</i>	{343}	24 53	58 52	24 49	58 57	9	8	7	6	2	schlecht
<i>u</i>	{723}	65 4	60 42	65 4	60 36	14	5	12	15	6	gut
<i>j</i>	{524}	56 53	76 22	56 50	76 25					4	ausge- zeichnet
<i>II</i>	{344}	24 44	78 36								
<i>o</i>	{134}	11 39	73 50								
<i>q</i>	{444}	8 47	77 38								

Die Figuren (s. Taf. VIII) geben den typischen prismatischen Habitus wieder und stellen verschiedene Flächencombinationen dar. In Fig. 4 sind die Hemipyramiden vorherrschend, während Hemidoma und Klinopinakoid zurücktreten. In Fig. 2 treten diese letzteren Formen herrschend auf und geben den Krystallen ein tafelig-prismatisches Aussehen. Diese Pyramidenzone ist im Allgemeinen reich an Formen und oft stark gestreift. Es giebt dies ein hinreichendes Mittel, um die positiven Oktanten von den negativen zu unterscheiden, was beim Fehlen dieser Streifung nicht immer leicht ist, da β nahezu 90° ist.

Von den andern pyramidalen Formen ist $\sigma = \{124\}$ die häufigste, da sie nur selten fehlt und verhältnissmässig stark entwickelt ist. Die übrigen Pyramiden, positive wie negative, und die Prismen sind von untergeordneter Bedeutung für die Charakteristik der Ausbildung der Krystalle.

Zwei der gemessenen Krystalle sind Zwillinge nach dem für den Sylvanit gewöhnlichen Zwillingsgesetz, nämlich nach dem Hemidoma (104). Figg. 3 und 4 geben diese Zwillinge wieder, in den Grössenverhältnissen der Individuen ungefähr den wirklichen Krystallen entsprechend. Fig. 3 ist ein einfacher Berührungszwilling, wobei die beiden Individuen sehr ungleich in ihrer Ausbildung sind. Der vertical gestellte Krystall ist von zahlreichen positiven Pyramiden und Domen begrenzt, während das andere Individuum bedeutend grösser ist und bedeutend weniger Formen aufweist. Der einspringende Winkel zwischen den beiden Basisflächen in Verbindung mit dem schmalen Theile der Zwillingsebene (104) machte den Zwillingsscharakter des Krystalles ganz deutlich. In untergeordneter Ausbildung ist diese Art von Zwillingbildung ganz häufig, indem das Zwillingseindivuum als eine schmale querlaufende Erhöhung auf der *m*-Fläche eines grösseren einfachen Krystalles, wie ihn Fig. 2 darstellt, erscheint.

Ein weniger einfaches Zwillingsgesetz, bei welchem keine deutliche Grenze zwischen den beiden Individuen vorhanden ist, stellt Fig. 4 in orthographischer Projection auf (010) dar. Dass die Flächen *n*, *u*, *i* und *e*, die

den oberen Theil der Figur bilden, sich in Zwillingstellung befinden, war nur aus der Complicirtheit der Zeichen zu erkennen, die sie bei der Projection geben. Betrachtet man dieselbe im Lichte des oben erwähnten Zwillinggesetzes, so ergibt sich die wahre Natur der Flächen. Es ist jedoch möglich, dass ein Berührungszwilling wie Fig. 3 vorliegt, denn die übrigen Formen des oberen Theils von Fig. 4 werden in ihrer Lage bei der Zwillingbildung nicht verändert, aber bei dem Fehlen der Flächen des entgegengesetzten Endes des Krystalles kann der Verlauf der Zwillingsgrenze nicht sicher bestimmt werden.

0,5 g Substanz von sorgfältig unter der Lupe ausgesuchten und von Gangart befreiten Krystallen wurden einer Analyse unterworfen. Wie jedoch aus den Resultaten zu sehen ist, war noch eine beträchtliche Menge kieseliger Gangart vorhanden.

Die Zusammensetzung ist die des normalen Sylvanit $AuAgTe_4$.

	Sylvanit:	Umgerechnet auf 100 %	Mol.-Verh.:	
Gangart	1,02	—	—	
Au	26,09	26,25	0,1334	} = 1
Ag	12,49	12,57	0,1164	
Te	60,82	61,18	0,4894	} = 1,96
Fe	1,19	—	—	
	101,61	100,00		

2. Die krystallographische Identität von Goldschmidtit und Sylvanit.

Im Jahre 1899 beschrieb Hobbs¹⁾ Goldschmidtit als ein neues Gold-silbertellurid, dass nach seiner Zusammensetzung zwischen Sylvanit und Calaverit liegt. Die Analyse wurde mit einer sehr kleinen Menge ausgeführt und liess daher die Frage noch unentschieden. Aber nach der krystallographischen Untersuchung schien das Mineral von anderen verschieden zu sein. Durch die Güte von Prof. Hobbs war es mir möglich, zwei der fünf typischen Krystalle des neuen Minerals zu untersuchen. So mit seinem Aeusseren vertraut geworden, erkannte ich das Mineral wieder in einem Stück in der Harvard-Sammlung, welches vor einiger Zeit von Cripple Creek erhalten worden war und nach den Angaben der Etiquette von der Little May-Mine stammte. Von dem letzteren Stücke wurden einige messbare Krystalle gewonnen. Sie stimmten im Allgemeinen mit den beiden untersuchten typischen Krystallen von Goldschmidtit überein. Die Messungen, die ich an den beiden Krystallen von Hobbs erhielt, bestätigten seine Resultate, wie sich aus der untenstehenden Tabelle ergibt, aber die An-

¹⁾ Diese Zeitschr. 31, 417.

wendung des zweikreisigen Goniometers ermöglichte die Messung einer Anzahl kleinerer Hemipyramidenflächen, welche Hobbs nicht bestimmen konnte. Dieselben Formen neben einigen weiteren finden sich auch an dem neuen Material, woraus sich die Identität beider Stücke mit Sicherheit ergab. Diese Pyramidenformen gaben, auf die Axen des Goldschmidt bezogen, sehr complicirte Symbole und zeigten keine befriedigenden Beziehungen zu den anderen Formen. Als aber eine gnomonische Projection der Formen des Goldschmidt und ebenso derjenigen des Sylvanit auf das Klinopinakoid entworfen und beide verglichen wurden, ergab sich sofort die grosse Analogie derselben. Nimmt man das Orthopinakoid (100) des Goldschmidt als Orthodoma (101) des Sylvanit, so werden viele Formen des ersteren identisch mit bekannten Formen des letzteren und die übrigen, für den Sylvanit neuen Formen erhalten, auf die Axen des Sylvanit bezogen, verhältnissmässig einfache Zeichen. Folgende Tabelle zeigt sehr gut die Uebereinstimmung der Winkel der gewöhnlichen Formen in den beiden Hauptzonen.

Symbole des Goldschmidt:	Symbole des Sylvanit:	Beobachtet.		Berechnet.
		Hobbs:	Palache:	Sylvanit:
(100) : (110) =	(101) : (121) =	61° 44'	61° 44'	61° 35½'
(100) : (210) =	(101) : (111)	42 43	42 56	42 45
(100) : (230) =	(101) : (131)	—	70 41	70 40
(100) : (310) =	(101) : (323)	31 55	31 40	31 38½
(100) : (101) =	(101) : (100)	55 35	55 45	55 8
(100) : (201) =	(101) : (001)	34 43	34 46	34 27
(101) : (201) =	(100) : (001)	89 48	89 31	89 35
(100) : (001) =	(101) : (201)	89 25	88 38	88 48
(100) : (101) =	(101) : (201)	49 48	49 30	49 20

Die Untersuchung der oben beschriebenen Sylvanitkrystalle ergab viele Aufschlüsse hinsichtlich der krystallographischen Eigenschaften des Goldschmidt. Sie trug dazu bei, die Beziehung zwischen den beiden Mineralien aufzuklären und ihre Verwandtschaft festzustellen. Die allgemeine Aehnlichkeit im Habitus und in den Formen der beiden Reihen liess vermuthen, dass ein verstecktes Zwillingsgesetz, wie es beim Sylvanit beobachtet wurde, auch beim Goldschmidt vorhanden ist, was die Ursache der vielen neuen Formen wäre, die oben erwähnt sind. Ein Vergleich der Messungen und der Projectionen ergab schliesslich, dass dies für die Mehrzahl dieser Formen der Fall war. Die folgende Tabelle zeigt die Formen des Sylvanit, die den am Goldschmidt beobachteten entsprechen. Sie ist in drei Theile getheilt: 1) enthält die Formen, die von Hobbs und von mir beobachtet wurden; 2) die nur von mir beobachteten Formen und 3) die von Hobbs angegebenen Formen, die an dem von mir untersuchten Materiale sich nicht vorfanden und für den Sylvanit zu neuen Formen führen.

4.

Von Hobbs und von Palache beobachtete Formen.

Goldschmidt.		Sylvanit.	
Bezeichnung:	Symbol:	Bezeichnung:	Symbol:
<i>c</i>	{001}	<i>N</i>	{201}
<i>b</i>	{010}	<i>b</i>	{010}
<i>a</i>	{100}	<i>m</i>	{101}
<i>g</i>	{310}	<i>t</i>	{323}
<i>f</i>	{210}	<i>r</i>	{111}
<i>m</i>	{110}	<i>s</i>	{121}
<i>k</i>	{032}	<i>Θ</i>	{231}
<i>w</i>	{401}	<i>n</i>	{201}
<i>n</i>	{201}	<i>c</i>	{001}
<i>s</i>	{101}	<i>a</i>	{100}
<i>S</i>	{101}	<i>a</i>	{100}
<i>V</i>	{201}	<i>c</i>	{001}
<i>W</i>	{401}	<i>n</i>	{201}

Zwilling

Zwilling

Zwilling

2.

Weitere von Palache beobachtete Formen.

Goldschmidt.		Sylvanit.	
Symbol:	Bezeichnung:	Symbol:	
{232}	<i>e</i>	{110}	
{232}	<i>e</i>	{110}	Zwilling
{434}	<i>f</i>	{210}	
{434}	<i>f</i>	{210}	Zwilling
{212}	<i>g</i>	{310}	
{212}	<i>g</i>	{310}	Zwilling
{131}	<i>R</i>	{120}	
{234}	<i>q</i>	{111}	Zwilling
{132}	<i>σ</i>	{121}	
{132}	<i>σ</i>	{121}	Zwilling
{134}	<i>J</i>	{321}	
{112}	<i>k</i>	{521}	
{230}	<i>o</i>	{131}	
{120}	<i>q</i>	{141}	
{832}	<i>J</i>	{211}	Zwilling
{532}	<i>i</i>	{321}	
{532}	<i>i</i>	{321}	Zwilling
{734}	<i>j</i>	{521}	Zwilling
{102}	<i>M</i>	{101}	

3.

Von Hobbs, aber nicht von Palache beobachtete Formen, für den Sylvanit neu.

Goldschmidt.		Sylvanit.
Bezeichnung:	Symbol:	Symbol:
t	{370}	{292}
l	{430}	{161}
v	{35.0.4}	{9.0.10}?
x	{10.0.4}	{403} Zwillling
q	{804}	{203}
r	{703}	{(2.0.25) oder } {304} Zwillling}
y	{508}	{(708) oder } {804} Zwillling}
X	{10.0.4}	{403}
Z	{14.0.4}	{504}

Die Formen in 3. bedürfen erst noch der Bestätigung, bevor man sie in die Formenreihe des Sylvanit aufnehmen kann, wie folgende Erwägung zeigt. Keine derselben wurde von mir an den zwölf oder mehr vermeintlichen Goldschmidtkrystallen von der Little May-Mine oder an den flächenreichen Sylvanitkrystallen aus derselben Gegend beobachtet. Da Angaben hinsichtlich der Beschaffenheit oder der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Formen in der Arbeit von Hobbs nicht gemacht sind, so ist schwer zu sagen, welches Gewicht diesen Formen zuzuschreiben ist. $t = \{292\}$ und $l = \{161\}$ sind Hemipyramiden in der Hauptzone des Sylvanit und können wohl wirkliche Formen sein. Die sieben übrigen Formen sind Orthodomen. Von diesen sind $q = \{203\}$ und $X = \{403\}$ mit der entsprechenden Form $x = \{403\}$ des Zwillingindividuums wahrscheinlich sichere Formen, da sie einfache Symbole haben und grosse Uebereinstimmung in den gemessenen und berechneten Winkelwerthen zeigen.

		Beobachtet:	Berechnet:
q	(203) : (004)	24° 37'	24° 20'
X	(403) : (004)	42 34	42 36
x	(403) Zwillling: (004)	26 25	26 24

$v = \{9.0.10\}$ bildet mit der herrschenden Form $\{404\}$ nur einen Winkel von 2° 20' und kann zu derselben vicinal sein; ebenso ist $r = (2.0.25)$ unter einem Winkel von 3° 10' gegen (004) geneigt und wahrscheinlich auch vicinal; $y = (\bar{7}08)$ bildet mit (104) einen Winkel von 3° 27' und kann durch vicinale Ausbildung dieser Fläche entstanden sein. Schliesslich bildet $Z = (504)$ einen Winkel von 2° 16' mit (403) und kann die vicinale Ausbildung dieser Fläche sein.

Angesichts der obigen Thatsachen ist es sicher, dass, was den krystallographischen Charakter anbelangt, Goldschmidtit von Sylvanit nicht unterschieden werden kann, sondern nur einen besonderen Habitus jenes Minerals darstellt, der beim Sylvanit von Cripple Creek, wie sich aus dem Vorangehenden ergibt, gewöhnlich ist. Die letzteren darstellende Fig. 4, Taf. VIII zeigt sehr schön den vorherrschenden Habitus des Goldschmidtit in der Stellung des Sylvanit, wenn man dabei berücksichtigt, dass $\sigma\{121\}$ nur sehr klein ist und die meisten Krystalle Berührungszwillinge sind.

Die Resultate dieser Untersuchung wurden Prof. Hobbs übermittelt in der Hoffnung, derselbe könnte sie durch eine neue Analyse an einer grösseren Materialmenge vervollständigen. Es war jedoch unmöglich, da das Stück, von dem die Krystalle stammten, nur vorübergehend in seinen Händen gewesen war, und jetzt nicht mehr zu erhalten ist.

Es schien daher das Beste, die Zusammensetzung des vermeintlichen Goldschmidtit von der Little May-Mine zu ermitteln. Nach sorgfältigem Aussuchen der zerkleinerten Gangart wurde eine für die Analyse ausreichende Menge (ca. 0,4 g) gewonnen. Infolge eines Unfalls bei Beginn der Analyse konnte jedoch nur der Goldgehalt bestimmt werden. Zum Vergleich ist der erhaltene Werth mit den Werthen für den Goldschmidtit und den Sylvanit im Folgenden angegeben.

Little May-Mine: Goldschmidtit: Sylvanit $AuAgTe_4$ Sylvanit Cripple Creek:			
Au	28,89	34,44	24,45
			26,09

Wenn auch einer unvollständigen Analyse wenig Gewicht beizulegen ist, so ist doch klar, dass das untersuchte Material in seiner Zusammensetzung von dem typischen Goldschmidtit wenig verschieden ist. Andererseits ist zu beachten, dass, wenn auch der Goldgehalt im Vergleich zur theoretischen Formel $AuAgTe_4$ hoch ist, bis jetzt noch kein Sylvanit von genau dieser Zusammensetzung analysirt wurde, indem der Goldgehalt zwischen 23,87% und 29,35% schwankte, wobei der Silbergehalt ebenfalls entsprechende Schwankungen aufwies. Diese Resultate zeigen, dass das Verhältniss von Gold zu Silber im Sylvanit beträchtlich von dem theoretischen Verhältniss 4 : 4 abweichen kann, ohne dass die physikalischen Eigenschaften eine wesentliche Aenderung erleiden, und es entsteht die Frage, ob es erlaubt ist, auf Grund dieser Schwankungen in der Zusammensetzung eine neue Species aufzustellen.

Anmerkung von W. H. Hobbs. Angesichts der Resultate der Untersuchung von Dr. Palache bin ich der Ansicht, dass der Name Goldschmidtit als Bezeichnung für eine bestimmte Mineralspecies aus der mineralogischen Literatur zu streichen sei. Palache zeigte, dass der Goldschmidtit auf dasselbe Axenverhältniss bezogen werden kann wie der Sylvanit, von dem er nur einen bestimmten Typus darstellt. Wenn dies

richtig ist, enthält meine Analyse, die nur mit einer sehr geringen Materialmenge ausgeführt wurde, einen grossen Fehler. Die Methode bestand darin, dass das Tellur auf Kohle oxydirt wurde, dass das aus Gold und Silber bestehende Korn und nach dem Lösen des Silbers das Gold allein in Pulverform gewogen wurde. Der Fehler dieser Methode liegt in der Möglichkeit, dass das Tellur nicht vollständig entfernt worden sei und dass etwas Silber sich oxydirt. Das erhaltene Metallkorn war jedoch glänzend und frei von Tellur. Es ist zu bedauern, dass für eine zweite Analyse kein Material mehr vorhanden ist; aber in Rücksicht auf die Resultate der krystallographischen Untersuchung von besserem Material durch Dr. Palache, die durch die Analyse noch controlirt wurden, ist meiner Analyse keine Bedeutung beizulegen.

3. Hessitkrystalle von Colorado.

Ein Stück von einem gut krystallisirten Hessit von Boulder Co., Colorado, wurde vor einiger Zeit durch das Mineralien cabinet der Harvard University von G. B. Frazer erworben. Es sei hier dieses Stück beschrieben, weil die Krystalle bestimmte interessante Erscheinungen im Habitus zeigen, und weil ich bis jetzt nicht im Stande war, Krystalle von diesem Mineral aus den Vereinigten Staaten abgebildet zu sehen.

Das Stück besteht aus einem kleinen Fragment von bläulichem Gangquarz, auf dessen einer Seite eine Quarzdruse sich befindet. An den aus Quarz bestehenden Wänden sitzen acht oder zehn glänzende Hessitkrystalle von ein Millimeter oder weniger Länge und zwei kleine Büschel von Golddraht. Zwei von den stahlgrauen Hessitkrystallen und ein unregelmässiges Bruchstück wurden losgemacht. Mit dem letzteren wurden vor dem Löthrohre die charakteristischen Reactionen des Hessit erhalten.

Die beiden Krystalle (Fig. 5 und 6 Taf. VIII), die in den Figuren ungefähr nach ihren natürlichen Grössenverhältnissen dargestellt sind, zeigen ganz verschiedenen Habitus. Beide sind nach ihrem Aussehen hexagonal. Aber aus den Messungen ergab sich, dass sie regulär sind und Combinationen der drei Formen

$$o = \{111\}, d = \{101\} \text{ und } n = \{211\}$$

darstellen.

Der hexagonale Habitus rührt von der Entwicklung nach einer trigonalen Axe, d. h. der Senkrechten zu einer Oktaëderfläche, her. Um diese Symmetrie zum Ausdruck zu bringen, wurden die Zeichnungen so gemacht, dass die trigonale Axe vertical steht derart, als ob die Krystalle wirklich hexagonal wären.

Die Verschiedenheit im Habitus rührt davon her, dass von den genannten Formen verschiedene Flächen an den beiden Krystallen ausgebildet sind. Im einen Falle bilden sechs gegen die trigonale Axe gleichgeneigte

Flächen eines Ikositetraëders scheinbar ein Skalenoëder, zugespitzt durch ein Rhomboëder, das von drei Dodekaëderflächen gebildet ist, während drei Oktaëderflächen ein steileres Rhomboëder mit demselben Vorzeichen bilden. Bei dem anderen Krystalle ist der Habitus prismatisch. Von den sechs der trigonalen Axe parallelen Ikositetraëderflächen sind nur drei ausgebildet und bilden ein trigonales Prisma, dessen Kanten von dem Prisma zweiter Art, d. h. von sechs Dodekaëderflächen zugeschärft werden. Die Endflächen sind von einem positiven und einem negativen Rhomboëder gebildet, das aus Dodekaëder-, beziehungsweise Ikositetraëderflächen besteht, während eine einzelne Oktaëderfläche ein basales Pinakoid bildet.

In gleicher Weise zeigen auch die anderen Krystalle eine der beiden Ausbildungsweisen, soweit sich dies ohne Ablösung der Krystalle sehen liess. Es ist noch zu erwähnen, dass die vorhandenen Flächen scharf und deutlich ausgebildet waren und dass von den fehlenden Flächen keine Spur zu sehen war.

XXVIII. Mineralogische Mittheilungen¹⁾.

Von

F. Zambonini in Rom.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 7—11.)

11. Natrolith vom Langesundfjord.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 7—11.)

Die ersten genauen Messungen an den schönen Natrolithkrystallen dieses berühmten Fundortes wurden von G. Rose²⁾, G. A. Kenngott³⁾ und V. v. Lang⁴⁾ ausgeführt. Aber wir verdanken den Untersuchungen W. C. Brögger's⁵⁾ eine vollständige Monographie dieses Minerals, welches er in zwei wichtigen Arbeiten sehr genau bekannt gemacht hat.

Ich habe vor Kurzem Gelegenheit gehabt, Stufen dieser Localität zu studiren, und ich habe einige Krystalle gefunden, welche mir einige neue Formen geliefert haben. Diese Krystalle bieten ein besonderes Interesse, weil oft ihre Flächen eine ganz asymmetrische Entwicklung und alle von mir beobachteten Formen mit Ausnahme des Prisma $\{110\} \infty P$, der beiden verticalen Pinakoide und der Pyramide $\{111\} P$, im Allgemeinen nur eine einzige Fläche zeigen. Auch die neuen von mir gefundenen Formen kommen bloss mit einer Fläche vor, welche jedoch immer so gross, eben und glänzend ist, dass sie genaue Messungen liefern und ihre Symbole ganz sicher sind. Wichtig ist, dass dieselbe Thatsache auch an anderen Natrolithen beschrieben wurde. Aus dem bemerkenswerthen Aufsatz

1) Fortsetzung der min. Mitth. diese Zeitschr. **34**, 225—260.

2) Das krystallochemische Mineralsystem. Leipzig 1852, S. 94.

3) Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre 1852, S. 54.

4) Maskelyne and Lang, Mineralogical Notes. Philos. Magazine, Jan. 1863.

5) Untersuchungen norwegischer Mineralien. Diese Zeitschr. 1879, **3**, 478.

Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der süd-norwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Diese Zeitschr. 1890, **16**, 598.

G. B. Negri's¹⁾ über den venetianischen Natrolith ergibt sich, dass die Formen $\{434\}\bar{P}_3$, $\{951\}9\bar{P}_3$, $\{334\}3P$, $\{544\}5\bar{P}_5$, $\{252\}\frac{5}{2}\bar{P}_2$, $\{120\}\infty\bar{P}_2$ am Natrolith von Salcedo, $\{244\}2\bar{P}_2$, $\{772\}\frac{7}{2}P$, $\{885\}\frac{8}{5}P$ an Krystallen von Monte Baldo nur eine Fläche besitzen.

Fast immer sind die Flächen der zwei vorherrschenden Formen $\{440\}$ und $\{444\}$ ungleich entwickelt, und manchmal treten die Flächen von $\{444\}$ nur theilweise auf. Ein solcher Krystall ist in Fig. 7 Taf. VIII dargestellt; an dem positiven Ende der Axe c laufen nur drei der vier oberen Flächen von $\{444\}$ zusammen. Nach dieser Ausbildung ähneln meine Krystalle jenen vom Limberger Kopf, an welchen E. Kaiser²⁾ beobachtet hat, dass die Pyramidenflächen vielfach ungleich ausgebildet sind und oft zwei, oft auch drei vollkommen zurücktreten.

Vicinalflächen kommen an meinen Krystallen nicht häufig vor, dennoch habe ich einige der schon bekannten Formen mit complicirten Symbolen gefunden, u. a. $\zeta = \{21.20.24\}\bar{P}_{\frac{24}{10}}$, von W. C. Brögger³⁾ i. J. 1879 bestimmt; sie wurde auch von E. Artini⁴⁾ an Krystallen aus Bombiana, von F. Gonnard⁵⁾ an jenen aus der Auvergne beobachtet.

In diesem Aufsatze beschränke ich mich darauf, die Krystalle zu beschreiben, welche neue Formen geliefert haben, weil eine vollständige Arbeit über meine Krystalle nach den wichtigen Abhandlungen C. W. Brögger's überflüssig wäre.

Die neuen, von mir bestimmten Formen sind folgende:

Miller:	Naumann:	Lévy:	Weiss:	Buchstabe:
$\{334\}$	$\frac{3}{4}P$	$b^{\frac{3}{2}}$	$a : b : \frac{3}{4}c$	g
$\{335\}$	$\frac{3}{5}P$	$b^{\frac{5}{3}}$	$a : b : \frac{3}{5}c$	k
$\{442\}$	$\frac{1}{2}P$	b^1	$a : b : \frac{1}{2}c$	j
$\{364\}$	$6\bar{P}_2$	$b^{\frac{1}{3}}b^{\frac{1}{3}}g^1$	$2a : b : 6c$	p
$\{836\}$	$\frac{4}{3}\bar{P}_3$	$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}h^{\frac{1}{2}}$	$\frac{3}{8}a : b : \frac{1}{2}c$	ε
$\{16.46.47\}$	$\frac{1}{7}P$	$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$	$a : b : \frac{1}{7}c$	ξ

Alle diese Formen habe ich an Krystallen beobachtet, welche vielleicht dem Typus II Brögger's zuzuschreiben sind. Nach Brögger, welcher die Natrolithkrystalle vom Langesundfjord in drei Typen theilte, gehören dem zweiten, welcher ohne Zweifel der häufigste ist, jene Krystalle an, »welche . . . nach der Verticalaxe prismatisch, durch flächenärmere Combinationen,

1) Note cristallografiche su di alcune natroliti venete e appunti critici. Rivista di Mineralogia Ital. 1890, 7, 69. Ausz. diese Zeitschr. 20, 628.

2) Natrolith vom Limberger Kopf bei Asbach u. s. w. Diese Zeitschr. 1899, 31, 32.

3) a. a. O.

4) Sulla Natrolite di Bombiana nel Bolognese. Rendiconti R. Accad. Lincei, Classe scienze fis. mat. e nat., 6. Jan. 1890, Serie 4, 5, 37. Ref. diese Zeitschr. 20, 172.

5) Notes cristallographiques sur la mesotype du Puy-de-Dôme. Bull. soc. franç. min. 1892, 15, 224. Ausz. diese Zeitschr. 24, 645.

häufig nur $\{110\} \infty P$ und die beiden verticalen Pinakoide, sowie $\{111\}P$ und eine oder mehrere zu P vicinalen Pyramiden, charakterisirt sind«. Meine Krystalle zeigen aber, wie ich schon gesagt habe, nur selten Vicinalflächen.

Um die Winkel der neuen Formen zu berechnen, habe ich die Constanten angewandt, welche W. C. Brögger schon 1879 für diesen Typus feststellte, nämlich:

$$a:b:c = 0,97856 : 4 : 0,353628.$$

Einige der von mir für die Formen $\{110\}$ und $\{111\}$ gemessenen Winkel sind in wenig befriedigender Uebereinstimmung mit den berechneten Werthen, aber die Unbeständigkeit der Winkel ist am Natrolith ein häufiges Phänomen. Besonders wichtig für diesen Punkt sind die Arbeiten von E. Artini¹⁾ und G. B. Negri²⁾ über den Natrolith aus dem Venetianischen, aus welchen folgt, dass die Krystalle von sehr nahestehenden Localitäten abweichende Constanten und jene desselben Fundortes starke Verschiedenheiten in den Winkeln zeigen. So variirt nach Artini der Winkel (110) (111) an Krystallen von Montecchio Maggiore zwischen $62^{\circ}55'$ und $64^{\circ}7'$, an jenen von Monte Baldo zwischen $62^{\circ}45'$ und $64^{\circ}32'$.

An demselben Krystalle fand ich die neue Form $\varepsilon = \{836\}_3 \bar{4}P_3$ und die zu $\{111\}P$ vicinale Pyramide $\xi\{46.46.47\}_7 \frac{1}{2}P$. Die erstere zeigt eine grosse, ebene und glänzende Fläche, welche genaue Messungen lieferte. Zwischen (111) und $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ findet sich genau in der Zone $[110:111]$ die kleinere Fläche von $\{46.46.47\}$. Gemessene Winkel:

$(100):(836) = 64^{\circ}45'$	gem.	$64^{\circ}37'$	ber.
$(010):(836) = 81 \quad 5$	-	80 57	-
$(111):(836) = 40 \quad 47$	-	40 56	-
$(46.\bar{4}6.47):(\bar{1}\bar{1}\bar{0}) = 64 \quad 32$	-	64 33	-

Dieser Krystall, welcher ferner die Formen $\{100\}$ $\{010\}$ $\{110\}$ $\{111\}$ zeigt, ist in Fig. 8 Taf. VIII dargestellt. Die Flächen der zwei Pinakoide sind etwas unregelmässig; (100) ist grösser als $(\bar{1}00)$, und von $\{010\}$ ist nur eine Fläche anwesend. Die vier Flächen von $\{111\}$, welche vorhanden sind, haben sehr verschiedene Grösse, wie die Figur zeigt. Die Prismenflächen finden sich nicht in gleicher Beschaffenheit; (110) ist eben und glänzend und besitzt nur einige dürrtliche krumme Streifen in seinem unteren Theile, auch recht regelmässig ist $(\bar{1}\bar{1}0)$; im Gegensatz dazu sind $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}\bar{1}\bar{0})$ sehr unregelmässig. $(\bar{1}\bar{1}\bar{0})$ zerfällt in zwei verticale und parallele Flächenelemente, deren eines glänzend und polyëdrisch, das andere parallel der Axe z stark gestreift ist und daher faserig erscheint.

1) Natrolite della Regione Veneta. Memorie R. Accad. Lincei, Classe scienze fis. mat. e nat. 1887, Serie 4, 4, 76. Ausz. diese Zeitschr. 14, 507.

2) a. a. O.

Sehr merkwürdig ist der Krystall Fig. 9 Taf. VIII, welcher aussér den gewöhnlichen Formen $\{400\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$ auch die Basis $\{001\}$ mit einer ziemlich grossen und glänzenden Fläche und ferner die zwei neuen Protopyramiden $g = \{3\bar{3}4\}_4^3P$ und $j = \{412\}_2^1P$ zeigt. Die Basis ist am Natrolith sehr selten; sie wurde von V. v. Lang und später von W. C. Brögger an Krystallen vom Lungesundfjord nachgewiesen. Die zwei neuen Pyramiden zeigen, wie die anderen schon erwähnten Formen, nur eine grosse Fläche. Die Fläche $(3\bar{3}4)$ ist grösser als $(1\bar{1}2)$; letztere ist aber viel glänzender. Beide haben sehr genaue Messungen geliefert:

$$\begin{aligned}(3\bar{3}4) : (1\bar{1}0) &= 69^\circ 22' \text{ gem.} & 69^\circ 14' \text{ ber.} \\ (1\bar{1}2) : (1\bar{1}0) &= 76 \quad 0 \quad - & 75 \quad 49 \quad -\end{aligned}$$

Auch an diesem Krystalle zeigen die Flächen von $\{111\}$ und $\{110\}$ sehr ungleiche Entwicklung. Wie die Figur zeigt, ist der Krystall etwas tafelförmig nach dem Flächenpaar (110) und $(\bar{1}\bar{1}0)$.

In Fig. 10 Taf. VIII ist der Krystall dargestellt, an welchem ich die neuen Formen $p = \{3\bar{6}1\}_6^2P$ und $k = \{3\bar{3}5\}_3^2P$ gefunden habe. $\{3\bar{6}1\}$ bietet eine grosse und glänzende Fläche; $\{3\bar{3}5\}$ stumpft mit einer kleineren und sehr glänzenden Fläche die Kante $[\bar{1}11 : 1\bar{1}1]$ ab. Folgende Winkel wurden gemessen:

$$\begin{aligned}(3\bar{6}1) : (\bar{1}\bar{1}0) &= 74^\circ 0' \text{ gem.} & 74^\circ 4' \text{ ber.} \\ (3\bar{6}1) : (1\bar{1}1) &= 42 \quad 14 \quad - & 42 \quad 17 \quad - \\ (3\bar{6}1) : (0\bar{1}0) &= 34 \quad 44 \quad - & 34 \quad 48 \quad - \\ (3\bar{3}5) : (\bar{1}11) &= 9 \quad 57 \quad - & 9 \quad 57 \quad -\end{aligned}$$

Wie an den vorigen Krystallen, sind die Flächen von $\{111\}$ und $\{110\}$ unsymmetrisch entwickelt: die zwei Flächen $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}10)$ sind vorherrschend.

Mit den von mir beobachteten steigt die Zahl der bis jetzt am Natrolith bestimmten Formen auf 44, nämlich:

a	$\{400\}$	$\infty \bar{P}\infty$	J. R. Haüy
b	$\{010\}$	$\infty \check{P}\infty$	J. R. Haüy
c	$\{001\}$	$0P$	V. v. Lang
m	$\{110\}$	∞P	J. R. Haüy
n	$\{120\}$	$\infty \check{P}2$	V. v. Lang
λ	$\{590\}$	$\infty \check{P}\frac{2}{3}$	W. C. Brögger
ν	$\{740\}$	$\infty \check{P}\frac{7}{4}$	W. C. Brögger
t	$\{210\}$	$\infty \bar{P}2$	E. Artini
l	$\{310\}$	$\infty \bar{P}3$	W. C. Brögger
s	$\{011\}$	$\check{P}\infty$	G. A. Kenngott
h	$\{031\}$	$3\check{P}\infty$	V. v. Lang
D	$\{101\}$	$\bar{P}\infty$	E. Artini

u	{304}	$3\bar{P}\infty$	V. v. Lang
v	{604}	$6\bar{P}\infty$	A. Seligmann
o	{444}	P	J. R. Haüy
d	{224}	$2P$	A. Dufrénoy
α	{334}	$3P$	V. v. Lang
g	{334}	$\frac{3}{4}P$	F. Zambonini
k	{335}	$\frac{3}{5}P$	F. Zambonini
ω	{554}	$5P$	W. C. Brögger
e	{772}	$\frac{7}{2}P$	G. B. Negri
i	{885}	$\frac{8}{5}P$	G. B. Negri
j	{442}	$\frac{1}{2}P$	F. Zambonini
y	{434}	$3\bar{P}3$	G. Rose
w	{252}	$\frac{5}{2}\bar{P}\frac{5}{2}$	G. B. Negri
p	{364}	$6\bar{P}2$	F. Zambonini
f	{394}	$9\bar{P}3$	V. v. Lang
β	{434}	$\bar{P}\frac{4}{3}$	G. B. Negri
ε	{836}	$\frac{4}{3}\bar{P}\frac{8}{3}$	F. Zambonini
δ	{954}	$9\bar{P}\frac{9}{5}$	G. B. Negri
γ	{244}	$2\bar{P}2$	G. B. Negri
q	{344}	$3\bar{P}3$	A. Seligmann
r	{544}	$5\bar{P}5$	W. C. Brögger
ϱ	{42.42.5}	$\frac{12}{5}P$	E. Palla
ξ	{46.46.47}	$\frac{16}{3}P$	F. Zambonini
σ	{34.34.30}	$\frac{34}{30}P$	E. Palla
μ	{34.30.0}	$\infty\bar{P}\frac{34}{30}$	E. Palla
x	{44.40.44}	$\bar{P}\frac{11}{10}$	Phillips
π	{34.36.4}	$36\bar{P}\frac{18}{17}$	W. C. Brögger
τ	{40.44.43}	$\frac{44}{43}\bar{P}\frac{11}{10}$	E. Palla
η	{24.49.24}	$\bar{P}\frac{24}{19}$	Lévy
ζ	{24.20.24}	$\bar{P}\frac{24}{10}$	W. C. Brögger
φ	{27.25.27}	$\bar{P}\frac{27}{5}$	E. Palla
Φ	{40.40.39}	$\frac{40}{39}P$	F. Gonnard.

Die Formen $\omega = \{554\} 5P$ und $r = \{544\} 5\bar{P}5$ wurden fast gleichzeitig von W. C. Brögger¹⁾ und E. Artini²⁾ an Krystallen vom Langesundfjord resp. Monte Baldo gefunden. Die Abhandlung Brögger's ist aber einige Monate früher als die Arbeit von Artini erschienen. Die Formen, welche zuerst A. Seligmann³⁾ bestimmte, kamen an Krystallen von Salesl

1) Geolog. För. i Stockholm Förhandlingar 4887, 9, 266.

2) Sopra alcuni nuovi cristalli interessanti di Natrolite del Monte Baldo. Rendiconti R. Accad. dei Lincei, Classe di scienze fis., mat. e nat. 4887, 3, 2. Semestre, 245. Ausz. diese Zeitschr. 14, 548.

3) Mineralogische Notizen. Diese Zeitschr. 4878, 1, 338.

vor, wie die Vicinalen, welche E. Palla¹⁾ entdeckte. In vorstehendem Verzeichnisse ist die Form $\{20.20.4\}20P$ weggelassen, welche nach E. Artini²⁾ sehr zweifelhaft ist und undeutliche Kanten mit $\{110\}$ bildet.

W. C. Brögger hatte in seinen Arbeiten für das Prisma $l = \{310\} \infty \bar{P}3$ das Symbol $\{610\} \infty \bar{P}6$ berechnet, aber aus dem von ihm gemessenen Winkel

$$l : a = 47^{\circ} 30'$$

folgt für l das Symbol $\{310\}$.

Die Prismenflächen zerfallen häufig in viele Flächenelemente, welche unter einander sehr wenig geneigt sind. Manchmal ist die Polyëdrie ungleich entwickelt an den verschiedenen Flächen des Prismas; es giebt Krystalle, an denen nur eine Fläche des Prismas Polyëdrie zeigt, bisweilen sind aber zwei oder alle polyëdrisch.

12. Pyrosmalith aus der Bjelke-Grube (Nordmarken).

Der Pyrosmalith wurde von H. Gahn und Clason entdeckt und unter den Namen »Pyrodmalith« von J. F. L. Hausmann³⁾ beschrieben. Hausmann beobachtete nur sechsseitige Prismen, bald als Säule, bald als Tafeln. In demselben Jahre 1808 wurde der Name in die heutige Form »Pyrosmalith« von Karsten⁴⁾ umgeändert.

R. J. Haüy⁵⁾ hat unter dem Namen »Fer muriaté« den Pyrosmalith als monoklin beschrieben, und F. S. Beudant⁶⁾ betrachtete ihn als eine Diopsidvarietät. Diese ungenauen Beobachtungen wurden aber schon im Jahre 1821 von R. Jameson⁷⁾ und später von A. Breithaupt⁸⁾ berichtigt. Dem Letzteren verdanken wir sehr wichtige Notizen über die krystallographischen und physikalischen Eigenschaften des Pyrosmalith; er machte auf die Einaxigkeit des Minerals aufmerksam und führte neue Bestimmungen des specifischen Gewichts aus. Auch F. Mohs⁹⁾ und A. Dufrénoy¹⁰⁾ hielten den Pyrosmalith für hexagonal, und Letzterer hat auch die Annahme von Hisinger, Berzelius und Beudant widerlegt, nach welcher im Pyrosmalith das Eisenchlorid zufällig beigemischt wäre.

1) Ueber die vicinalen Pyramidenflächen am Natrolith. Diese Zeitschr. 1884, 9, 386.

2) a. a. O.

3) Moll's Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde 1808, 4, 390.

4) Mineralogische Tabellen, Berlin 1808, S. 103.

5) Traité de Minéralogie, 2ième Édition, Paris 1822, 4, 138.

6) Traité élémentaire de Minéralogie, Paris 1830, 2, 228.

7) Manual of Mineralogy, Edinburgh 1821, S. 329. Auch: A System of Mineralogy, 36. Edition, 3, 561.

8) Vollständige Charakteristik des Mineralsystems, Dresden und Leipzig 1832, 93.

9) Leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreiches. Zweite Auflage, Wien 1839, 2, 226.

10) Traité de Minéralogie, Paris 1845, 2, 549.

Der Erste jedoch, welcher die Krystallformen des Pyrosmaliths genau beschrieben hat, ist H. J. Brooke¹⁾. Die von ihm beobachteten Formen sind das hexagonale Prisma $\{10\bar{1}0\} \infty P$, die Basis $\{0001\} 0P$ und zwei Pyramiden, nämlich $\{10\bar{1}1\} P$ und $\{20\bar{2}1\} 2P$. Seine Constanten, aus dem Winkel

$$(10\bar{1}1) : (0001) = 129^{\circ} 13' 2''$$

berechnet, wurden auch von A. Des Cloizeaux³⁾ angenommen. Sie sind jenen, welche A. E. Nordenskiöld⁴⁾ viele Jahre später berechnete, nämlich:

$$c = 0,5308$$

sehr nahe.

Die Meinung Haüy's und Beudant's, dass der Pyrosmalith nicht hexagonal ist, wurde von N. v. Nordenskiöld⁵⁾ später wieder aufgenommen. Er gründete sie auf die Streifen, welche sich manchmal auf der Basis der Pyrosmalithkrystalle finden, genau wie N. v. Kokscharow⁶⁾ aus demselben Grunde den Molybdänit als rhombisch oder monoklin betrachtet hatte. Aber F. v. Kobell⁷⁾ bewies mit sorgfältigen stauroskopischen Untersuchungen, dass der Pyrosmalith ohne Zweifel einaxig ist, und dann sprach auch N. v. Kokscharow⁸⁾ sich gegen die Annahme N. v. Nordenskiöld's aus. Des Cloizeaux⁹⁾ bestätigte die Untersuchungen F. v. Kobell's und stellte fest, dass Pyrosmalith optisch negativ sei.

Alle Krystalle, an welchen oben erwähnte Beobachtungen ausgeführt wurden, stammen aus der Bjelkegrube, nahe Philipstad; sie wurden auch sehr kurz von M. Hörnes¹⁰⁾ und D. J. Wiser¹¹⁾ erwähnt: beide beobachteten die einfache Combination $\{0001\} \{10\bar{1}0\}$.

Die Krystalle von Dannemora wurden erst im Jahre 1888 von G. Holm¹²⁾ beschrieben.

1) Philos. Magazine 1837, Nr. 37, S. 264.

2) Innerer Winkel.

3) Manuel de Minéralogie, Paris 1862, S. 520.

4) Öfversigt af k. Vetenskaps-Akad. Förh. 1870, 27, 562.

5) Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg 14, 342.

6) Materialien zur Mineralogie Russlands, St. Petersburg 1854, 2, 267.

7) Gelehrte Anzeigen der k. bayer. Akad. der Wissensch., München 1855, 46. Juli, Nr. 7, S. 63 und 1856, 28. Juli, Nr. 4, S. 29.

8) Materialien zur Mineralogie Russlands, St. Petersburg 1857, 2, 354.

9) Manuel de Minéralogie, Paris 1862, 1, 520.

10) Mittheilungen über die Mineraliensammlung der Frau Johanna Edlen von Henickstein. N. Jahrb. f. Min., Geognosie, Geol. u. s. w. 1846, 775.

11) Briefliche Mittheilung in N. Jahrb. f. Min., Geogn., Geol. u. s. w. 1865, 727.

12) Om förekomsten af kristalliserad pyrosmalith vid Dannemora. Geol. Förening. i Stockholm Förhandl. 1888, 10, 48. Ref. diese Zeitschr. 17, 429.

E. S. Dana¹⁾ und P. Groth²⁾ haben nach den Untersuchungen E. Bertrand's³⁾, welcher den rhomboëdrischen Charakter des mit dem Pyrosmalith isomorphen Friedelit feststellte, auch unser Mineral als rhomboëdrisch betrachtet, obwohl die Entwicklung der Pyramidenflächen genau hexagonal ist.

Was nun die chemischen Eigenschaften des Pyrosmalith anbetrifft, so ist jeder ihn untersuchende Chemiker zu einer eigenen Formel gelangt.

Die zwei ersten Analysen hat W. Hisinger⁴⁾ ausgeführt, aber sie sind beide sehr unvollkommen. Die pyrognostischen Reactionen des Pyrosmalith haben H. Gahn und J. Berzelius⁵⁾ bekannt gemacht.

Vollständige Bestimmungen hat zuerst J. Lang⁶⁾ veröffentlicht. Aus seinen Untersuchungen folgt die Formel



Die Analysen Lang's wurden auch von G. A. Kenngott⁷⁾ berechnet; er gab die Formel



worin $\dot{R} = FeO$ und MnO im Verhältniss von 3 : 2 und wobei in \dot{R} der 15. Theil des Sauerstoffs durch Chlor vertreten ist.

Auch F. Wöhler⁸⁾ hat eine unvollendete Analyse geliefert, aus welcher F. C. Rammelsberg⁹⁾ die Formel



berechnete. Die Analyse Wöhler's gab aber zuviel Chlor und sie ist als unrichtig zu betrachten.

Wir verdanken E. Ludwig¹⁰⁾ eine Reihe chemischer Untersuchungen am Pyrosmalith. Nach ihm ist das Eisen nur als Ferrosalz anwesend, und ist die chemische Zusammensetzung unseres Minerals durch die Formel



darstellbar.

1) System of Mineralogy, London 1892, S. 465.

2) Tabellarische Uebersicht der Mineralien, Braunschweig 1898, S. 127.

3) Note sur la forme cristalline de la Friedelite, Paris 1876, 4 p., separ. erschienen. Diese Zeitschr. 1877, 1, 86.

4) Magazin der Gesellschaft nat. Fr. zu Berlin, 6. Jahrg., 4th., S. 341. — Schweigger's Journal f. Chemie 1845, 23, 54.

5) De l'emploi du chalumeau etc., Paris 1824, S. 245.

6) Ueber den Pyrosmalith. Journal f. prakt. Chemie 1864, 83, 424.

7) Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre 1864, Leipzig 1862, S. 49.

8) Nachrichten der Götting. Gesellsch. d. Wissensch. 1870, Nr. 20, und Liebigs Annalen 1870, 156, 85.

9) Handbuch der Mineralchemie 1875, 1, 686.

10) Ueber den Pyrosmalith. Tschermak's mineralogische Mittheilungen 1875, 2, 11.

Aber diese Formel ist nur dann in guter Uebereinstimmung mit der Analyse, wenn Kalk und Talkerde vernachlässigt werden. Wenn wir jedoch, was richtiger ist ¹⁾, auf die gefundene Menge von CaO und MgO Gewicht legen, so wird die Analyse Ludwig's (I):

	I.	II.	δ
SiO_2	33,95	33,04	0,91
FeO	49,36	49,56	0,20
H_2O	8,14	8,67	0,53
Cl	4,78	4,88	0,10
Fe	3,77	3,85	0,08
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 4,82

Diese Analyse entspricht gut der Formel



welche die unter II stehenden Zahlen erfordert.

Mit Ludwig's Formel ist die Summe der Diff. $\delta = 4,88$.

In neuerer Zeit haben N. Engström ²⁾ und A. Gorgeu ³⁾ die Varietät von Dannemora untersucht. Der Erstere berechnete die Formel



aber mit der Analyse (I) ist in besserer Uebereinstimmung die Formel



welche erfordert II:

	I.	II.	δ
SiO_2	33,29	34,03	0,74
FeO	52,16	51,99	0,17
H_2O	7,18	7,43	0,25
Cl	3,44	3,66	0,22
Fe	2,72	2,89	0,17
Al_2O_3	4,21	—	—
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 4,55

Mit der Formel Engström's ist die Summe von $\delta = 4,75$.

Nach Gorgeu enthält der Pyrosmalith von Dannemora 2,92 % Fe_2O_3 ; nur in seiner Analyse wurde bis jetzt Eisenoxyd nachgewiesen. Die von ihm vorgeschlagene Formel ist:



1) Siehe darüber: P. Groth a. a. O.

2) Analys af s. k. ljus knebelit från Dannemora. Geologiska För. i Stockholm Förhandlingar 1876, 3, 116.

3) Sur la friedelite et la pyrosmalite. Compt. rend. 1884, 98: 586. Ausz. diese Zeitschr. 11, 488. Die Analyse des Pyrosmalith wurde auch in Bullet. soc. min. de France 1884, 7, 58 etwas verändert veröffentlicht.

aber die Formel (siehe unter II)



entspricht besser den gefundenen Zahlen (I):

	I.	II.	δ
SiO_2	34,00	34,22	0,22
FeO	48,02	49,29	1,27
Fe_2O_3	2,94	—	—
H_2O	8,49	9,24	0,75
Cl	3,67	4,05	0,38
Fe	2,94	3,20	0,29
	100,00	100,00	2,94

Nach Gorgeu wäre die Summe von $\delta = 4,07$.

Aus den bis jetzt bekannten Analysen kann man also folgende Formeln berechnen:

$RCl_2.12RO.11SiO_2 + 8H_2O$	aus der Analyse	Lang's
$RCl_2.14RO.11SiO_2 + 8H_2O$	- - -	Engström's
$RCl_2.12RO.10SiO_2 + 9H_2O$	- - -	Gorgeu's
$RCl_2.10RO. 8SiO_2 + 7H_2O$	- - -	Ludwig's.

In den verschiedenen Analysen finden sich FeO und MnO in folgendem Verhältnisse:

FeO :	MnO	
1,44 :	4	Lang
1,37 :	4	Wöhler
1,04 :	4	Ludwig
1 :	1,06	Engström
1 :	1,05	Gorgeu.

Ich habe neue chemische und krystallographische Untersuchungen an Krystallen von Nordmarken ausgeführt, deren Resultat kurz mitgetheilt werden möge.

Die von mir untersuchten Krystalle zeigen gewöhnlich die einfache Combination $\{0001\} \{10\bar{1}0\}$; aber manchmal sind die Combinationen kanten dieser zwei Formen durch ein kleines $\{h0hl\}$ abgestumpft. Bisweilen ist diese Pyramide wenig glänzend und dann giebt sie etwas unsichere Messungen; aber es giebt auch Krystalle, an welchen sie ziemlich gross und sehr glänzend vorkommt. Zwei sehr genaue Messungen lieferten:

$$(10\bar{1}0) : (h0hl) = 50^\circ 42' \text{ und } 50^\circ 48', \text{ Mittel } 50^\circ 45'.$$

Ein dritter ungenauer Werth ist $50^\circ 30'$ ca.

Wenn wir für c den von A. E. Nordenskiöld angenommenen Werth

$$c = 0,5308$$

anwenden, so erhalten wir für $(h\ 0\ \bar{h}\ l) = (30\bar{3}4)$:

$$(40\bar{1}0) : (30\bar{3}4) = 50^\circ 45' \text{ ber.}$$

Die Constanten Nordenskiöld's sind also in völliger Uebereinstimmung mit den von mir gemessenen Winkeln. Die hexagonale Pyramide $t = \{30\bar{3}4\}$ $\frac{3}{4}P$ ist für den Pyrosmalith neu.

Wenn wir mit E. S. Dana und P. Groth den Pyrosmalith als rhomboëdrisch betrachten, so sind alle bis jetzt an diesem Mineral bekannten Formen folgende:

Bravais:	Miller:	Naumann:	Lévy:	Buchstabe:
$\{0001\}$	$\{111\}$	$0R$	a^1	c
$\{40\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	∞R	e^2	m
$\{40\bar{1}1\}$	$\{100\}$	R	p	r
$\{01\bar{1}1\}$	$\{22\bar{1}\}$	$—R$	$e^{\frac{1}{2}}$	z
$\{20\bar{2}4\}$	$\{5\bar{1}\bar{1}\}$	$2R$	e^5	σ
$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$	$—2R$	e^1	s
$\{30\bar{3}4\}$	$\{10.1.1\}$	$\frac{3}{4}R$	a^{10}	t
$\{03\bar{3}4\}$	$\{77\bar{2}\}$	$—\frac{3}{4}R$	$e^{\frac{2}{7}}$	τ

Meine Krystalle bestehen oft aus mehreren Individuen in paralleler Fortwachsung. Bald sind die Axen c der verschiedenen Krystalle genau parallel, bald sind sie etwas unter einander geneigt. Ungenaue parallele Fortwachsungen sind in der Natur viel verbreiteter als man glaubt. Vor Kurzem hat L. Brugnatelli¹⁾ solche annähernd parallele Fortwachsungen am Brookit von Piattagrande gefunden, und ich selbst²⁾ habe das an einem Epidotkrystalle vom Sulzbachthale beschrieben. Nach meinen eigenen, nicht veröffentlichten Untersuchungen ist dieses Phänomen am schwarzen Augit der Albaner Gebirge und des Vesuvs (Ausbruch von 1872) und am Manganit von Hefeld ziemlich häufig.

Die Basis ist fast immer sehr regelmässig, aber etwas matt, die Prismenflächen sind oft uneben und krumm. Unter der Biegung hat der Krystall bald ohne zu springen sich gekrümmt, bald in den Maximis der Krümmung Risse bekommen, wie es an den Quarzkrystallen von Pitourles-en-Lordat (Ariège) der Fall ist, welche A. Lacroix³⁾ beschrieb.

Meine chemischen Untersuchungen haben folgende Resultate gegeben

1) Ottaedrite e brookite della Piattagrande, presso Sondalo in Valtellina. Rendiconti R. Istit. Lomb. di lett. scienze ed arti 1900, **32**, 1045. Auch diese Zeitschr. 1900, **32**, 355.

2) Ueber zwei flächenreiche Epidotkrystalle von Sulzbach. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1900, **1**, 181.

3) Sur les déformations subies par les cristaux de quartz des filons de Pitourles-en-Lordat etc. Bull. de la soc. franç. de min. 1894, **14**, 306. Ausz. diese Zeitschr. **22**, 585.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Mittel:
<i>SiO₂</i>	34,64	34,84	34,69	—	—	—	—	34,74
<i>FeO</i>	27,95	27,56	27,77	—	—	—	—	27,76
<i>MnO</i>	24,38	24,45	24,27	—	—	—	—	24,30
<i>CaO</i>	0,40	0,54	0,37	—	—	—	—	0,43
<i>MgO</i>	—	0,98	1,24	—	—	—	—	1,11
<i>Al₂O₃</i>	0,26	—	—	—	—	—	—	0,26
<i>H₂O</i>	—	—	—	8,25	8,37	—	—	8,31
<i>Cl</i>	—	—	—	—	—	4,12	4,20	4,16
								104,04
						O äquiv. 2Cl		0,94
								100,10

Das Eisen wurde nur als Ferrosalz nachgewiesen.

Wenn wir alle zweiwerthigen Elemente in *FeO* vereinigen und die kleine Menge Thonerde vernachlässigen, so wird meine Analyse:

<i>SiO₂</i>	34,10	0,568	9,9
<i>FeO</i>	50,42	0,700	12,2
<i>H₂O</i>	8,17	0,454	7,9
<i>Fe</i>	3,22	0,0575	1
<i>Cl</i>	4,09	0,115	3
	100,00		

Die diesen Zahlen entsprechende Formel ist also



welche erfordert (wenn $RO = FeO$):

		δ
<i>SiO₂</i>	34,58	0,48
<i>FeO</i>	49,80	0,62
<i>H₂O</i>	8,30	0,13
<i>Fe</i>	3,23	0,04
<i>Cl</i>	4,09	—
	100,00	1,24

Diese Formel ist in befriedigender Uebereinstimmung auch mit den anderen, vorhin erwähnten Analysen, und sie kann daher als die genaue Formel des Pyrosmalith betrachtet werden.

Auch die chemische Zusammensetzung des mit dem Pyrosmalith isomorphen Friedelit ist durch diese Formel darstellbar. Von diesem letzteren besitzen wir bis jetzt vier genaue Analysen. A. Gorgeu¹⁾ hat die Proben von Adervielle analysirt, F. Flink²⁾ und G. Lindström³⁾ jene von

1) a. a. O.

2) Mineralogiska Notiser. Bihang till k. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 1890, **16**, Afd. II, No. 45, 4. Ausz. diese Zeitschr. **20**, 374.

3) Mineralanalyser. Geol. Fören. i Stockholm Förh. 1894, **13**, 423. Ref. diese Zeitschr. **23**, 455.

Harstigen, L. J. Igelström¹⁾ die Varietät der Sjögrube. Diese Gelehrten fanden:

	Gorgeu:	Flink:	Lindström:	Igelström:
<i>SiO₂</i>	34,45	34,66	33,36	34,36
<i>FeO</i>	Spur	4,08	3,83	4,35
<i>MnO</i>	51,99	46,52	49,08	49,48
<i>CaO</i>	0,40	0,53	0,74	1,50
<i>MgO</i>	1,20	2,27	1,34	1,50
<i>Cl</i>	3,10	4,04	4,19	3,00
<i>H₂O</i>	9,60	8,47	8,45	9,00
<i>P₂O₅</i>	—	—	Spur	—
	100,74	100,57	100,96	100,19
<i>O äquiv. 2Cl =</i>	0,70	0,92	0,95	0,68
	100,04	99,65	100,04	99,91

Diese Analysen zeigen eine völlige Uebereinstimmung mit der Formel



welche also die allgemeine Formel des Friedelit und Pyrosmalith ist.

13. Apophyllit von der Seiser-Alpe.

(Hierzu Tafel VIII, Fig. 44.)

1894 hat P. J. Ploner²⁾ die Krystalle dieses Fundortes (Cipit- und Frombach) sorgfältig beschrieben; seine Arbeit ist auch wichtig für die grosse Zahl bibliographischer Nachrichten über die früheren Untersuchungen von Lévy³⁾, Richthofen⁴⁾, Des Cloizeaux⁵⁾, Schrauf⁶⁾, Rumpf⁷⁾ u. s. w.

Er hat zahlreiche neue Formen beobachtet, welche häufig einem complicirten Symbol entsprechen. Ich werde hier nur einen Krystall beschreiben, welcher mir einige seltene Formen bot.

Er ist stark tafelförmig nach der Basis {001} und zeigt die gewöhnlichen Formen {001}, {100}, {111}, ferner sind die Combinationskanten von

1) Friedelit aus der Sjögrube (Hausmannit-, Braunit- und Eisenerzgrube), Grythytt, Kirchspegel Örebro. Diese Zeitschr. 1893, **21**, 92.

2) Ueber die Krystallformen des Apophyllits der Seiseralpe. Diese Zeitschr. 1894, **18**, 337.

3) Description d'une collection de minéraux formée par M. Henri Heuland. London 1837, **2**, 274.

4) Ueber Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Südtirol. Sitzungsber. d. k. Akad. Wien 1857, **27**, 359.

5) Manuel de minéralogie, Paris 1862, **1**.

6) Apophyllitwillinge von Grönland. Sitz.-Ber. d. k. Akad. Wien 1870, **62**, 700.

7) Ueber den Krystallbau des Apophyllits. Tschermak's min. und petrogr. Mittheilungen 1880, **2**, 369. Ref. diese Zeitschr. **5**, 374.

(010) und {001} durch zwei genügend grosse Flächen abgestumpft, welche den Symbolen (013) und (01 $\bar{3}$) entsprechen.

Die Messungen gaben:

$$(010) : (013) = 67^{\circ} 46'$$

$$(010) : (01\bar{3}) = 67^{\circ} 22'$$

Aus den Miller'schen Constanten

$$a : a : c = 1 : 1 : 1,2515$$

folgt:

$$(010) : (013) = 67^{\circ} 24'.$$

Die Deuteroipyramide {103} wurde von Ploner entdeckt.

Es ist nun sehr wichtig, dass die Combinationskanten von (100) und {001} anders als jene von (010) mit der Basis abgestumpft sind. In der That, während die Kante [100 : 00 $\bar{1}$] keine Fläche bietet, finden sich an der Kante [100 : 001] zwei Linearflächen, welche genaue Messungen lieferten.

Die eine ist (106), welche Rumpf entdeckt und Ploner an vielen Krystallen gefunden hat; die andere ist eine zu {103} vicinale Fläche, welcher das complicirte und am Apophyllit unbekannte Symbol (7.0.20) zukommt.

$$(100) : (106) = 78^{\circ} 24' \text{ gem. } 78^{\circ} 13' \text{ ber.}$$

$$(100) : (7.0.20) = 66^{\circ} 26' - 66^{\circ} 21' -$$

Die Basis dieses Krystalles besitzt einen sehr complicirten Bau, wie die verschiedenen Streifen ihrer Oberfläche zeigen. Fig. 11 Taf. VIII giebt ein genaues Bild der Fläche (001).

XXIX. Ueber den Cölestin aus dem Cementstein-Bergwerk Marienstein bei Tegernsee in Bayern.

Von

P. v. Sustschinsky aus St. Petersburg, 'z. Zt. in München.

(Hierzu Tafel VIII, Fig. 12—18.)

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. P. Groth übernahm ich im Mineralogischen Institut zu München eine kleine Untersuchung des Cölestins von dem oben genannten Vorkommen. Die Cementfabrik Marienstein befindet sich in ungefähr 8 km Entfernung von der Station Schaftlach auf der Linie München—Bad Tölz.

Das Material stammt zum Theil aus der kgl. bayer. Mineralogischen Sammlung, zum Theil aber wurde es mir in zuvorkommender Weise durch Herrn Oberbergamtsassessor im kgl. bayer. Oberbergamt Prof. Dr. L. v. Ammon übergeben. Dieses Cölestinvorkommen wurde vor einigen Jahren von Herrn v. Ammon gelegentlich des Studiums der geologischen Verhältnisse der Gegend entdeckt und kurz beschrieben¹⁾. Es schien nun von Interesse, eine eingehendere krystallographische Untersuchung des Minerals vorzunehmen, um so mehr, als wie es sich bei der Arbeit ergab, die Cölestinkrystalle einige ungewöhnliche Typen der Ausbildung zu zeigen pflegen.

Die Krystalle wurden in dem Stollen des Cementwerkes in einer Tiefe von ungefähr 250 m (unter dem Gipfel des von dem Stollen durchbrochenen Berges) gefunden, und zwar in Drusenräumen und auf Spalten eines grünlichgrauen Mergels, der nach den Angaben von Herrn v. Ammon (l. c.) untercretacischen Alters ist. Die Hohlräume, Geoden u. s. w. im Mergel sind zunächst mit Kalkspathkrystallen ausgekleidet, und auf diesen sitzen als Neubildung die Cölestinkryställchen.

An den Kalkspathkrystallen herrscht das Skalenoëder {201}, zuweilen bis 2 cm gross, ferner kommen auch vor {101}, seltener wurde von

¹⁾ Dr. L. v. Ammon, Geognost. Beobachtungen aus den Bayerischen Alpen. »Geognostische Jahreshefte«, München 1894, 7, 100—101.

mir {111} beobachtet. Diese Formen sind durch approximative Messungen festgestellt worden.

Die Cölestinkrystalle, die mir zur Verfügung standen, sind 3—4 mm gross, wohlausgebildet, mit glänzenden Flächen, und besitzen eine bläuliche Farbe; einige sind aber farblos.

Es wurde die übliche Aufstellung von Miller angenommen, bei der die Fläche der Hauptspaltbarkeit als Basis {001}, die der zweiten Spaltbarkeit als Prisma {110} genommen wird; alsdann sind die zehn beobachteten Formen folgende:

$$\begin{array}{ll} c = \{001\} & d = \{102\} \\ a = \{100\} & z = \{111\} \\ m = \{110\} & v = \{324\} \\ u = \{320\} & y = \{122\} \\ o = \{011\} & x = \{144\}. \end{array}$$

Die Flächen sind alle glänzend, ausgenommen die Fläche $a = \{100\}$, welche meist stark parallel der c -Axe gestreift ist und so schlechte Reflexe gab, dass die Messungen der Winkel dieser Fläche zu den anderen gar nicht in Betracht kommen können und deswegen in der nachfolgenden Tabelle nicht angegeben sind.

Was die erwähnte verschiedene Ausbildung der Cölestinskrystalle anbetrifft, so kann man an ihnen drei Typen unterscheiden:

a) Der prismatische Typus. Die vorherrschende Entwicklung der Prismen $u = \{320\}$ und $m = \{110\}$ bewirkt, dass die Krystalle ziemlich stark nach der c -Axe verlängert sind, was sonst dem Cölestin im Allgemeinen gar nicht eigen ist. Die Krystalle dieses Typus zeigen folgende Combinationen:

- 1) $u\{320\}$, $m\{110\}$, $z\{111\}$, $c\{001\}$, $o\{011\}$, $d\{102\}$ (Taf. VIII, Fig. 42).
- 2) $u\{320\}$, $m\{110\}$, $v\{324\}$, $z\{111\}$, $c\{001\}$ (Fig. 43).

Wie aus den Figuren zu ersehen, ist das Prisma $u\{320\}$ vorherrschend und das Spaltungsprisma $m\{110\}$ tritt zurück. Die entsprechenden Pyramiden $v\{324\}$ und $z\{111\}$ kommen nicht immer zusammen vor, an einigen Krystallen sind beide vorhanden, an anderen bloss die primäre {111}. Dieser prismatische Typus nähert sich dem der Cölestinkrystalle von Leogang in Salzburg (ebenfalls mit der Pyramide {324}), der von L. Buchrucker¹⁾ beschrieben worden und dessen Repräsentant in Fig. 47, Taf. III seiner Arbeit abgebildet ist, nur fehlt dort das für unser Vorkommen so charakteristische Prisma $u\{320\}$, wie ich auch an den Originalen von Buchrucker, welche sich in der Münchener Sammlung befinden, bestätigen konnte.

Eine derartige prismatische Ausbildung der Cölestinkrystalle mit den

1) L. Buchrucker, Die Mineralien der Erzlagerstätten vom Leogang im Kronlande Salzburg. Diese Zeitschr. 1894, 19, 453.

Formen {110}, {001} und {102} wurde später auch von Dr. J. v. Szádeczky¹⁾ an den Cölestinen von Egypten beschrieben.

b) Noch seltener scheint am Cölestin die zweite Ausbildung unserer Krystalle, der pyramidale Typus, vorzukommen. Derselbe zeigt folgende Combinationen;

1) $\pi\{111\}$, $v\{324\}$, $m\{110\}$, $a\{100\}$, $o\{011\}$, $c\{001\}$ (Taf. VIII, Fig. 14 und 15).

2) $v\{324\}$, $\pi\{111\}$, $m\{110\}$, $c\{001\}$, $o\{011\}$, $d\{102\}$, $y\{122\}$, $\chi\{144\}$ (Fig. 16).

Aus diesen drei Figuren kann man sehen, dass die respective Entwicklung der Pyramiden {324} und {111}, die den Typus bedingen (das Prisma {110} tritt zurück), variirt: zuweilen ist {111} vorherrschend (Fig. 14), zuweilen {324} (Fig. 16).

Das der Pyramide {324} entsprechende Prisma {320} wurde an den pyramidalen Krystallen nicht beobachtet, aber die Fläche $a\{100\}$ ist, wie in Fig. 15 abgebildet, oscillatorisch vertical gestreift, was vielleicht auf die wiederholte Combination mit {320} und {110} zurückzuführen ist.

Die Formen {324} und {320} kommen am Cölestin ziemlich selten vor und sind die erste von Websky²⁾, die zweite von A. Auerbach³⁾ zuerst beobachtet worden.

Die Pyramiden $y\{122\}$ und $\chi\{144\}$ sind an unseren Krystallen so schmal, dass sie nur mit der Lupe gesehen werden können, und zwar wurde {122} nur an zwei, {144} an einem Krystalle beobachtet. Bei der gewöhnlichen bisher beobachteten Ausbildung des Cölestins sind bekanntlich diese Pyramiden, wenn vorhanden, oft ziemlich stark entwickelt und bedingen den spiessigen Habitus der Krystalle nach der a -Axe, wie z. B. an den Cölestinen von Mokkatam⁴⁾, von Mineral County, West Virginia⁵⁾, von Brousseval (in Frankreich)⁶⁾, u. s. w., was an den Krystallen von Marienstein gar nicht der Fall ist.

In der mir bekannten Literatur und unter den entsprechenden Abbildungen konnte ich keine Erwähnung des oben beschriebenen pyramidalen

1) Dr. J. v. Szádeczky, Cölestin von Gebel-el-Ahmahr in Egypten. Földtany Közlöny 1896, **26**, 413, 461 u. Fig. 1. Ref. diese Zeitschr. **30**, 483.

2) Websky, Ueber einige Krystallformen des Cölestins von Pshaw bei Rybnik in Oberschlesien. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1857, **9**, 308.

3) A. Auerbach, Krystallographische Untersuchung des Cölestins. Sep.-Abdr. aus d. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien 1869, **59**, I. Abth., April-Heft, S. 31, Fig. 37.

4) A. Arzruni, Ueber den Cölestin von Rüdersdorf und Mokkatam. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872, **24**, 484.

5) G. H. Williams, Cölestin von Mineral County, West-Virginia. Diese Zeitschrift 1890, **18**, 2, Fig. 1 u. 2.

6) F. Stöber, Cölestin von Brousseval und Ville-sur-Saulx. Diese Zeitschr. 1893, **21**, 339.

Typus der Cölestinkrystalle finden. Auch in der kgl. bayer. Staatssammlung befindet sich kein in solcher Weise ausgebildeter Cölestinkrystall.

c) Ausser diesen für Cölestin ungewöhnlichen Ausbildungsformen findet sich an unseren Krystallen ein dritter, domatischer Typus, welcher dem verbreitetsten Typus der Cölestinkrystalle, nach der a -Axe verlängert mit vorherrschendem $\{011\}$, nahe steht. Er zeigt die sehr einfachen Combinationen:

1) $o\{011\}$, $a\{100\}$, $c\{004\}$ (Taf. XIII, Fig. 17).

2) $o\{011\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$ (Fig. 18).

Die Fig. 18 zeigt eine Combination ohne Basis $\{004\}$, etwas nach der a -Axe verlängert, welche in der Richtung der a -Axe gesehen ganz parallel-epipedisch erscheint. Solche parallelepipedale Kryställchen, nicht grösser als 1 mm, sitzen als Neubildungen zuweilen auf den Spitzen der Calcit-skalenoëder. Die Krystalle dieses Typus sind aber noch immer nicht so stark nach der a -Axe verlängert, wie die gewöhnlichen Cölestine.

Von den drei beschriebenen Typen der Cölestinkrystalle von Marienstein ist der häufigste der zweite, pyramidale, Typus und der dritte, domatische, der seltenste. Unter 20 gemessenen Krystallen sind nur drei domatische Krystalle beobachtet worden.

Die Messungen wurden, wie gesagt, an 20 Krystallen ausgeführt, und zwar wurden 16 vollständig gemessen, vier nur zum Theil, um einzelne Formen zu identificiren. Es wurden folgende Winkel gemessen:

	Beobachtet:	Grenzen:	Zahl der Beobacht.:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	$*75^{\circ}49'$	$75^{\circ}36' - 75^{\circ}56'$	14	—
$(111):(110)$	$*25\ 36\frac{1}{2}$	$25\ 42\frac{1}{2} - 26\ 10$	19	—
$(111):(1\bar{1}1)$	67 49	67 2 — 67 36	6	$67^{\circ}49'$
$(111):(1\bar{1}1)$	90 42	90 10 — 94 34	10	90 41
$(011):(0\bar{1}1)$	104 4	104 0 — 104 10	8	104 6
$(324):(3\bar{2}4)$	44 16	43 55 — 44 32	3	43 56
$(324):(111)$	13 35	13 21 — 13 44	6	—
$(324):(004)$	54 $43\frac{1}{2}$	54 4 — 54 20	12	54 19
$(324):(011)$	48 56	48 44 — 48 57	3	49 2
$(102):(004)$	39 34	39 29 — 39 38	3	39 28
$(102):(111)$	38 7	—	1	38 11
$(102):(324)$	24 39	—	1	24 36
$(320):(3\bar{2}0)$	54 52	54 40 — 55 20	3	54 50
$(320):(111)$	27 49	26 58 — 27 44	3	$27\ 32\frac{1}{2}$
$(011):(122)$	26 46	26 44 — 26 48	3	$26\ 50\frac{1}{2}$
$(111):(144)$	31 28	—	1	$31\ 8\frac{1}{2}$

Aus den Messungen $(110):(1\bar{1}0)$ und $(111):(110)$ wurde das Axenverhältniss berechnet:

$$a : b : c = 0,77918 : 4 : 1,2824.$$

Diese Zahlen liegen in den Grenzen der Werthe, die Arzruni und Thaddéeff¹⁾ in der zusammenstellenden Tabelle der Beobachtungen am Cölestin von verschiedenen Fundorten angeben.

Von den physikalischen Eigenschaften des Cölestins von Marienstein wurden der Winkel der optischen Axen und das specifische Gewicht bestimmt.

Zur Bestimmung des Axenwinkels haben zwei von der Firma Voigt und Hochgesang angefertigte Platten, senkrecht zur ersten Bisectrix, d. i. parallel zur Fläche $a\{400\}$ geschliffen, gedient. Die Messungen, im Fuess'schen Axenwinkelapparate ausgeführt, ergaben

$$2E_{Na} = 86^{\circ}50'.$$

Wenn wir den von A. Arzruni²⁾ gegebenen mittleren Brechungsindex für Cölestin, $\beta = 1,62367$, annehmen und mittelst der Formel $\sin E = \beta \sin V_a$ den wahren spitzen Winkel der optischen Axen ausrechnen, so erhalten wir

$$2V_a = 50^{\circ}5'.$$

Das specifische Gewicht wurde mit der hydrostatischen Wage bestimmt. Zwei Proben von dem krystallinischen Cölestin ergaben dasselbe Resultat und zwar

$$G. = 3,99,$$

was für den mittleren, von E. S. Dana angegebenen Werth für Cölestin, 3,95—3,97, etwas hoch ist, aber wahrscheinlich durch die, wie es weiter erwähnt ist, chemische Unreinheit des Cölestins bewirkt ist.

Was nun die chemischen Eigenschaften des Cölestins von Marienstein anbetrifft, so wurde eine quantitative chemische Analyse dieses Minerals ausgeführt, um die eventuellen Beimengungen von Ba und Ca zu bestimmen.

Das feingepulverte und gebeutelte Mineral (es war ein durchscheinendes, etwas bläuliches krystallinisches Aggregat) wurde in einem Platintiegel mit der fünffachen Menge Natriumcarbonat aufgeschlossen, dann drei Stunden lang auf dem Wasserbade mit Wasser digerirt, die Carbonate abfiltrirt und im Filtrat die Schwefelsäure bestimmt. Die Carbonate wurden in verdünnter Essigsäure gelöst, die Lösung neutralisirt und bei Anwesenheit von Ammonacetat mit frisch bereitetem Ammoniumchromat zweimal gefällt. Bei der Anwendung dieser Reactive in Proportionen, die von Sörensen³⁾ empfohlen sind, entstand gleich eine Trübung der Lösung, was auf die An-

1) A. Arzruni und Thaddéeff, Cölestin von Giershagen bei Stadtberge (Westfalen). Diese Zeitschr. 1896, 25, 46—47.

2) A. Arzruni, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Brechungsexponenten der natürlichen Sulfate des Baryum, Strontium und Blei. Diese Zeitschr. 1877, 1, 179.

3) S. P. L. Sörensen, Kritische Präparatenstudien. IV. Darstellung von reinen Strontianverbindungen. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 1896, 11, 312.

wesenheit von *Ba* hinwies. Nach dem Abfiltriren und Bestimmung des Baryumchromat wurde die Lösung mit Ammoncarbonat gefällt und die Carbonate in verdünnter Salpetersäure gelöst, um die Aether-Alkoholmethode zur Trennung von *Sr* und *Ca* anzuwenden.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

<i>SO</i> ₃	44,73
<i>SrO</i>	52,21
<i>BaO</i>	1,16
<i>CaO</i>	1,58
	99,68

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass der Cölestin von Marienstein nicht ganz reines Strontiumsulfat ist, sondern gewisse Beimengungen von *Ba* und *Ca* enthält. Ich muss aber bemerken, dass die Zahl für *CaO* vielleicht nicht so gross ist, wie angegeben, weil bei der spectrokopischen Untersuchung des *Ca*-Niederschlages im Spectralapparate ausser der deutlich zu erkennenden und andauernden grünen Linie β (60), die für *Ca* charakteristisch ist, auch einige schwächere rothe Linien: γ (35) und α (46), die *Sr* charakterisiren, sichtbar waren und also der Niederschlag etwas strontiumhaltig war, was vielleicht auf die nicht vollständige Genauigkeit der Aether-Alkoholmethode, bei deren Anwendung oft ein kleiner Theil des *Sr* mit *Ca* in Lösung übergeht, zurückzuführen ist. Bei der Untersuchung des *Ba*-Niederschlages ergaben sich im Spectroskop bloss die grünen *Ba*-Linien.

Einige Autoren¹⁾ vermuthen, dass sogar die reinsten Cölestine (von Giers-hagen) *Ba* enthalten.

Bei der Besichtigung des Fundortes des Cölestins beim Marienstein konnte ich, Dank der Liebenswürdigkeit des Directors der Cementfabrik Herrn Lechner, im Stollen an Ort und Stelle das Gestein, in welchem der Cölestin vorkommt und das zur Cementgewinnung dient, sehen und auch einige Stufen von Cölestin, der jetzt nicht mehr gefunden wird, von Herrn Lechner erhalten.

Ausser dem Cölestin sind an einer der Stufen, welche mir zur Verfügung standen, zwischen den Calcitskalenoëdern feine, dünne, bis 1,5 cm lange, zuweilen radialstrahlig geordnete Nadelchen von Aragonit zu beobachten.

1) W. Orłowsky, Ueber Cölestin und Scheelit aus dem Kaukasus. Procès-ver-baux des séances de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou 1898, 44—45 (russ.), 3. Ref. diese Zeitschr. 32, 302.

XXX. Zur Symmetrie der Krystalle.

Zehnte Mittheilung.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 23 Textfiguren.)

15. Tridymit, Cristobalit und Quarz.

Das Kieselsäureanhydrid SiO_2 bietet nicht nur wegen seiner ausserordentlichen Verbreitung in der Natur, sondern auch wegen der geometrischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften seiner drei krystallisierten Formen, die noch keineswegs genügend aufgeklärt sind, ein solches theoretisches Interesse, wie kaum ein anderer Körper.

Bekanntlich hat der Tridymit bei gewöhnlicher Temperatur in optischer Hinsicht rhombische Eigenschaften und seine Krystallform wird nach Mallard auf ein Axenverhältniss $a : b : c = 0,5774 : 1 : 0,9544$ zurückgeführt. Das Verhältniss $b : c$ lässt sich sowohl aus der Domenfläche $2\check{P}\infty(021)$ als auch aus den Zwillingen nach $\frac{1}{3}\check{P}\infty(013)$ direct berechnen. Das Verhältniss $a : b$ dagegen ist keiner directen Beobachtung zugänglich, weil die Krystalle auch bei gewöhnlicher Temperatur eine geometrische Abweichung vom hexagonalen System nicht erkennen lassen. Mallard hat deshalb die Tangente von 30° gleich $0,5774$ für $a : b$ eingesetzt.

Bei einer Erwärmung über 430°C. werden die Krystalle auch optisch hexagonal, und in dieser Auffassung werden in der Regel die oben erwähnten Domenflächen $\{021\}$ zur Grundform gewählt, und dementsprechend wird das hexagonale Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,6533$. Wird dieselbe Form dagegen als Pyramide zweiter Art aufgefasst, so wird $a : c = 1 : 1,9094$ oder, wenn die halbe c -Axe als Einheit genommen wird, wird $a : c = 1 : 0,9545$, dem obigen Mallard'schen Axenverhältnisse entsprechend.

Typisch sind die fast stets auftretenden Zwillinge und Drillinge nach (013) in rhombischer, nach $\frac{1}{6}P(10\bar{1}6)$ in hexagonaler Auffassung, und es ist besonders von Interesse, dass die Basisflächen der beiden äusseren Indi-

viduen eines derartigen Drillings einen Winkel von $70^{\circ} 36'$ einschliessen, der, wie schon G. vom Rath¹⁾ hervorhebt, »dem Kantenwinkel des regulären Tetraëders ($70^{\circ} 31' 44''$) sehr nahe steht«.

Der Cristobalit hat bei gewöhnlicher Temperatur optisch tetragonale Eigenschaften; es bilden aber stets sechs Individuen mit einander geometrisch ein Oktaëder; bei 175° wird er optisch isotrop. Beide Mineralien kehren bei der Abkühlung unterhalb der erwähnten Temperaturen wieder zu der niedrigeren optischen Symmetrie zurück.

Der Quarz hat die Eigenschaften eines hexagonalen und zwar trigonaltrapezoëdrischen Körpers, unterscheidet sich aber durch sein optisches Drehungsvermögen von der hexagonalen Form des Tridymits. Bei etwa 1000° C. geht er dauernd in Tridymit über. Das specifische Gewicht des Quarzes beträgt etwa 2,65, das des Tridymits und Cristobalits ungefähr 2,28; ersterer ist gegen Alkalien widerstandsfähig, die beiden letzteren werden durch dieselben verhältnissmässig leicht zersetzt.

Bei höherer Temperatur aber gewöhnlichem Druck ist also die specifisch leichtere Modification, der Tridymit, bei niedriger Temperatur und auch wohl bei höherem Druck die schwerere, der Quarz, die stabile Form. Sowie der Quarz in der Hitze sich in Tridymit umwandelt, so geht letzterer bei gewöhnlicher Temperatur nicht selten in Quarz über, wie aus den Pseudomorphosen von Quarz nach Tridymit gefolgert werden darf.

Bekanntlich hat Mallard diese allbekannten Thatfachen durch Pseudosymmetrie zu erklären versucht. Den Cristobalit hält er für ein aus Tridymitlamellen aufgebautes Mineral und ist der Ansicht, dass das Molekularnetz des Tridymits ein pseudoreguläres sei. Für den Quarz nimmt er einen Bau aus dünnen zweiaxigen Lamellen an, die sich unter 120° nach Art des Reusch'schen Glimmersatzes spiralig aufschichten sollen. Die nach seiner Ansicht wahrscheinlich triklone Grundsubstanz des Quarzes soll einer noch unbekannten, von der des Tridymit verschiedenen Modification der Kieselsäure angehören. Bevor wir uns weiter speciell mit der Kieselsäure beschäftigen, glaube ich zuerst die Grundzüge der Mallard'schen Theorie einer kurzen Kritik unterziehen zu müssen.

Es ist eine häufig zu beobachtende Erscheinung, dass Krystalle von geringerer Symmetrie den Formen eines chemisch gleichen oder nahe stehenden Körpers von höherer Symmetrie in den Winkelwerthen nahe stehen und dass in solchen Fällen auch häufig durch Zwillingsbildung die Form der letzteren noch mehr nachgeahmt wird.

Ein regulärer Krystall z. B. kann aufgefasst werden als ein tetragonaler, dessen Axenverhältniss $a : c = 4 : 1$. Es entsprechen sich hierbei untereinander folgende Flächen: Das Oktaëder der Pyramide erster Art,

1) Pogg. Ann. 1874, 152, 7.

das Rhombendodekaëder der Pyramide zweiter Art und dem Prisma erster Art, der Würfel der Basis und dem Prisma zweiter Art. Hat ein tetragonaler Krystall angenähert jenes Axenverhältniss, so kann durch Zwillingsbildung nach der Pyramide zweiter Art die Aehnlichkeit mit regulären Verhältnissen noch mehr zum Ausdruck kommen. In diesem Verhältnisse stehen zu einander der reguläre Bixbyit $FeMnO_3$ und der tetragonale Braunit $MnMnO_3$ mit dem Axenverhältnisse $a : c = 1 : 0,9922$.

Dem regulären Flussspath $CaFl_2$ entspricht der tetragonale Sellaït $MgFl_2$ mit dem Axenverhältnisse $a : c = 1 : 0,6649$ nach Strüver, 0,6596 nach Sella. Machen wir die als $\frac{3}{2}P\{332\}$ bezeichnete Form zur Grundform, so wird $a : c = 1 : 0,9929$.

Würde die dem regulären Rhombendodekaëder entsprechende Form des tetragonalen Körpers als Grundform genommen, so wäre das tetragonale Axenverhältniss $a : c = 1 : V\frac{1}{2} = 1 : 0,7071$.

Ein regulärer Krystall kann ferner als ein hexagonaler gedeutet werden. Die in beiden Systemen einander entsprechenden Flächen sind bei dieser Auffassung unter anderen:

regulär:	hexagonal:	oder	regulär:	hexagonal:
$\infty O\infty\{100\}$	$+R\{40\bar{1}1\}$		$\infty O\infty\{100\}$	$P2\{11\bar{2}1\}$
$\infty O\{110\}$	$-\frac{1}{2}R\{4\bar{1}02\}$		$O\{111\}$	$2P2\{22\bar{4}1\}$
	$\infty P2\{11\bar{2}0\}$		$\infty O\{110\}$	$\frac{1}{2}P2\{11\bar{2}2\}$
$O\{111\}$	$0R\{0001\}$		etc.	
	$-2R\{2\bar{2}01\}$			
$2O2\{112\}$	$\infty R\{40\bar{1}0\}$			
$a : c = 1 : 1,22474$			$a : c = 1 : 1,41421$	

Zwillingsbildung nach $R\{40\bar{1}1\}$ oder $-\frac{1}{2}R\{4\bar{1}02\}$ vermehrt auch hier den regulären Charakter.

Statt des Verhältnisses $1 : 1,22474$ können eintreten $1 : 0,61237$ oder $1 : 0,40825$, oder $1 : 0,81650$ oder $1 : 1,63300$ u. s. w., wenn statt der dem Würfel entsprechenden Form $R\{40\bar{1}1\}$ die Formen $\frac{1}{2}R\{40\bar{1}2\}$, $\frac{1}{3}R\{40\bar{1}3\}$, $\frac{2}{3}R\{20\bar{2}3\}$ oder $\frac{4}{3}R\{40\bar{4}3\}$ dem Axenverhältnisse zu Grunde gelegt wurden; oder die Werthe $1 : 0,70711$ oder $1 : 0,47140$, oder $1 : 0,94280$, oder $1 : 1,06065$ oder $1 : 1,88560$, wenn die Pyramiden $\frac{1}{2}P2\{11\bar{2}2\}$, $\frac{1}{3}P2\{11\bar{2}3\}$, $\frac{2}{3}P2\{22\bar{4}3\}$, $\frac{3}{4}P2\{33\bar{6}4\}$ oder $\frac{4}{5}P2\{44\bar{8}3\}$ als Grundformen gewählt wurden.

In dieser Beziehung sind mit einander vergleichbar:

die reguläre Zinkblende ZnS und der hexagonale Wurtzit ZnS mit

$$a : c = 1 : 0,8175;$$

das reguläre Chlorsilber $AgCl$ und das hexagonale Jodsilber AgJ mit

$$a : c = 1 : 0,8496;$$

der reguläre Manganosit MnO und der hexagonale Zinkit $(Zn, Mn)O$ mit

$$a : c = 1 : 1,6249;$$

der reguläre Cristobalit SiO_2 und der hexagonale Tridymit SiO_2 mit
 $a : c = 4 : 4,6533$;

das reguläre Natriumchlorat $NaClO_3$ und das hexagonale Natriumnitrat $NaNO_3$
mit $a : c = 4 : 0,8276$;

das reguläre Platin Pt und das hexagonale Iridosmium (Ir, Os) mit
 $a : c = 4 : 4,4405$;

der reguläre Diamant C und der hexagonale Graphit C mit
 $a : c = 4 : 4,3859$.

Hierher gehören auch noch einige hexagonale Elemente, deren reguläre Form entweder nur unsicher oder noch gar nicht bekannt ist.

Bei Arsen ist $a : c = 4 : 4,4025$

- Magnesium - $a : c = 4 : 0,8495$

- Beryllium - $a : c = 4 : 0,7904$

Ein regulärer Krystall kann ferner als ein rhombischer aufgefasst werden, dessen Axenverhältniss $a : b : c = 0,7074 : 4 : 4$, dessen Basis, Pyramiden und zweites Pinakoid von den Flächen des Rhombendodekaëders, dessen Prisma zweiter Art (Makrodoma) vom Oktaëder, und dessen Prisma erster Art (Brachydoma) und dessen erstes Pinakoid von Würfelflächen gebildet werden u. s. w.; bei hierher gehörigen rhombischen Formen vermehrt Zwillingbildung nach den dem Rhombendodekaëder oder auch dem Würfel entsprechenden Formen wie früher den regulären Charakter.

Dem regulären Cu_2O entspricht das rhombische PbO mit

$$a : b : c = 0,6706 : 4 : 0,9764;$$

dem regulären Argentit Ag_2S der rhombische Akanthit mit

$$a : b : c = 0,6886 : 4 : 0,9945.$$

In ähnlicher Weise können die regulären Krystalle auch als monokline oder triklin Combinationen mit bestimmten Axenverhältnissen gedeutet werden.

Die hexagonalen und tetragonalen Formen können ihrerseits als rhombische Combinationen gedeutet werden; erstere mit dem Verhältnisse $a : b : c = 0,57735 : 4 : x$, letztere mit $a : b : c = 4 : 4 : x$. Calcit und Aragonit ($a : b = 0,62280 : 4$), Kupferuranit und Kalkuranit ($a : b = 0,9876 : 4$) sind hierher gehörige Körper.

Endlich kann eine rhombische Form als eine monokline, eine monokline als eine triklin Combination gedeutet werden, und zwar ist das in diesen Fällen im Gegensatze zu den früheren möglich, ohne dass an das Axenverhältniss des niederen Systems bestimmte Anforderungen gestellt werden müssen. Das Verhältniss der triklinen zu den monoklinen Feldspäthen ist wohl der bekannteste Beleg für diese Erscheinung.

Es kann nicht daran gezweifelt werden, dass in derartigen Fällen die beiden chemisch gleichartigen, aber verschiedenen Systemen angehörigen Körper auch aus geometrisch und physikalisch gleichartigen Elementen aufgebaut sein müssen. Während aber durch Zwillingsbildung rhombischer, tetragonaler und hexagonaler Individuen das betreffende höhere System stets nur angenähert erreicht werden kann, weil das Axenverhältniss der niedrigeren Form niemals genau dem theoretischen Werthe entspricht, wird die geometrische Symmetrie des rhombischen und monoklinen Systems durch Zwillingsbildung monokliner und triklinen Individuen jedesmal genau erfüllt, und wenn wir uns die Individuen hinreichend klein und in hinreichend grosser Zahl denken, dann müssen auch die physikalischen Eigenschaften des Zwillingsstockes vollständig denen des betreffenden höheren Systems entsprechen.

Genau so verhalten sich auch die niedrigeren Klassen zu den höheren Klassen eines und desselben Systems; auch hier werden durch die Bildung von Ergänzungszwillingen die geometrischen und physikalischen Eigenschaften der höheren Klasse genau erreicht.

Die Möglichkeit der Entstehung höher symmetrischer Formen durch echte Zwillingsbildung aus weniger symmetrischen lässt sich deshalb in den zuletzt angeführten Fällen nicht bestreiten. Bekanntlich ging aber Mallard noch weiter und suchte auch die regulären, hexagonalen und tetragonalen Körper in gleicher Weise aus weniger symmetrischen Partikeln aufzubauen.

Die Thatsache, dass diejenigen Körper, deren rhombische Form sich dem Axenverhältnisse $a : b = 0,57735 : 1$ nähert, die Neigung zur Bildung von Zwillingen nach dem Prisma und auch zur Bildung einer zweiten hexagonalen Modification zeigen, verdient schon wegen der Wichtigkeit der hierher gehörigen Mineralien ein besonderes Interesse.

Es giebt vier verschiedene rhombische Raumgitter, die sich aber alle auf ein einziges, das rechtwinklige Parallelepiped mit drei ungleichen Kanten, zurückführen lassen. Zwei derartige Gitter können entweder so in einander gestellt werden, dass ein Massenpunkt des einen jedesmal im Schwerpunkte des Elementarparallelepipeds des anderen Gitters, oder im Centrum einer der drei Grundflächen steht, im letzteren Falle entsteht das »prismatische Gitter«. Werden zwei prismatische Gitter derartig in einander gestellt, dass wieder ein Massenpunkt des einen in einem Schwerpunkte des Elementarparallelepipeds des anderen Gitters steht, dann entsteht »das prismatische Gitter mit einem Massenpunkte in der Mitte«.

Ein prismatisches rhombisches Gitter mit dem Axenverhältnisse $a : b = 0,57735 : 1$ stellt zugleich ein hexagonales dar, nämlich die Anordnung nach geraden regulär dreiseitigen Prismen (vergl. Fig. 1, S. 574). Ausserdem kommt für das hexagonale System noch das »rhomboëdrische Raumgitter« in Betracht, welches aus dem vorigen dadurch entsteht, dass man die in der

Zeichnung angedeuteten Massenpunkte nicht auf eine, sondern, den eingeschriebenen Ziffern entsprechend, auf drei horizontale Ebenen vertheilt.

Fig. 1.

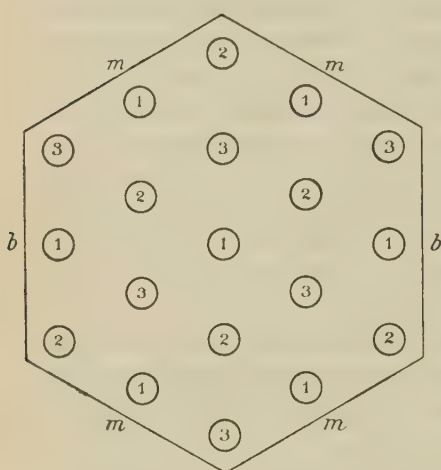
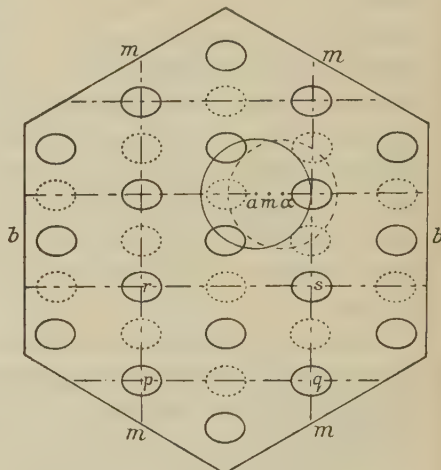


Fig. 2.



$m = \infty P\{110\}$ in rhombischer, $\infty P2\{11\bar{2}0\}$
in hexagonaler Auffassung.

$b = \infty \check{P}\infty\{010\}$ in rhombischer, $\infty P2\{11\bar{2}0\}$
in hexagonaler Auffassung.

Wären die die Schnittpunkte eines rhombisch-prismatischen Gitters mit dem Verhältnisse $a:b = 0,57735:1$ einnehmenden Körper lediglich Massenpunkte, ohne eigene Richtungsverschiedenheit, so wäre der betreffende Krystall ohne weiteres hexagonal. Aber vor allem die Elasticitätsverhältnisse liefern den Beweis, dass man selbst bei der Annahme der 32 Krystallklassen die Gitterpunkte mit Körpern besetzen muss, die schon an sich nach verschiedenen Richtungen sich verschieden verhalten. In der Fig. 2 sind diese Körper, — ich möchte sie, ohne von vornherein damit behaupten zu wollen, dass sie mit den chemischen Molekülen identisch seien, Moleküle nennen, — deshalb nicht durch Kreise, sondern durch Ellipsen dargestellt, und zwar sind diese, da sie selbst das Gitter erzeugen, so gezeichnet, dass der kurze Durchmesser der Ellipsen mit der rhombischen a -Achse zusammenfällt. Die punktierten Ellipsen stellen die Massenpunkte der benachbarten Schicht dar, wenn das Gitter ein prismatisches mit einem Massenpunkte in der Mitte ist. Das ganze System besteht somit aus vier in einander gestellten einfachen rechtwinklig parallelepipedischen Gittern, von welchen eines durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Wenn also ein rhombischer Krystall in einen hexagonalen übergehen soll, so genügt es keineswegs, dass das Gitter genau hexagonale Dimensionen annehme, sondern die Moleküle selbst müssen auch die entsprechenden gegenseitigen Orientirungen vornehmen. Der in Fig. 2 (auch ohne die punktierten Ellipsen) dargestellte Krystall würde trotz des

hexagonalen Gitters physikalisch rhombisch bleiben, und schon die geringste Temperaturänderung würde auch geometrisch das hexagonale Gitter in ein rhombisches verwandeln.

Mallard dachte sich, dass bei hexagonalen Krystallen grössere oder kleinere rhombische Partikel, d. h. grössere oder kleinere Complexe von Molekülen, die unter einander nach einem, dem hexagonalen nur nahe stehenden rhombischen Gitter verbunden seien, in dreifach verschiedener Anordnung mit einander abwechselten. Bei optisch activen Krystallen sollten die Partikeln, diesmal Schichten von annähernd gleicher Dicke, spiralgig über einander lagern. Je zahlreicher und kleiner die einzelnen Partikeln werden, um so mehr nähern sich natürlich die Eigenschaften des ganzen Stockes denen eines idealen hexagonalen Krystalles. Mallard verglich diese Anordnung mit der isomorphen Mischung zweier chemisch ähnlicher Körper und nannte sie »isomorphe Mischung gleicher Raumgitter von verschiedener Lage«.

Durch strenge Erfüllung des Zwillingsgesetzes kann freilich, wie schon im Allgemeinen erwähnt, in einem solchen Falle niemals ein genau hexagonaler Krystall entstehen, weil das rhombische Gitter ja nur angenähert hexagonale Dimensionen hat. Mallard nennt deshalb die betreffende Verwachsung auch nur »zwillingsartig«. Er konnte diese Annahme aber weder durch analoge Beobachtungen, noch theoretisch begründen. Die gewöhnlich als Isomorphismus bezeichnete Erscheinung hat, mit ihr nur den Wechsel im Procentgehalte der Gemengtheile gemeinsam, aber es gehört gerade zu dessen Wesen, dass der Mischkrystall und die beiden Bestandtheile für sich demselben System angehören, und dass bei der Mischung die Symmetrieebenen des einen Theiles auch genau parallel kommen zu denen des anderen Theiles. Haben wir vorher erkannt, dass das hexagonale System nicht als blosse Grenzform des rhombischen Systems gedeutet werden darf, so folgt aus der letzten Bemerkung, dass die hexagonale Masse auch nicht eine bloss geometrische Durchdringung rhombischer Massen darstellt, dass vielmehr zu dieser noch die mechanische Wirkung der einzelnen Moleküle des einen rhombischen Gitters auf die benachbarten Moleküle des anderen Gitters hinzukommen muss. Dieselben molekularen Kräfte, welche die gewöhnliche Zwillingstellung grösserer Individuen bewirken, bedingen zwar auch die Bildung des neuen Systems, aber im ersteren Falle stehen nur die Moleküle der Grenzschicht zwischen je zwei Individuen¹⁾ unter der gemeinsamen Wirkung zweier verschieden orientirter Gitter; bei einem wirklich hexagonalen Krystalle dagegen muss jedes einzelne Molekül der ganzen Masse von den verschieden orientirten, sich gegenseitig durchdringenden Gittern in gleicher Weise beeinflusst werden. Da nun ein einfaches rhombisches Molekül sich zwar bezüglich der Lage seines Schwerpunktes im Raume, nicht aber bezüglich seiner eigenen Orientirung nach drei verschiedenen Gittern richten

1) Vergl. diese Zeitschr. 32, 46.

kann, so haben wir in die Schnittpunkte der hexagonalen Gitter nicht ein solches, sondern je eine, der Symmetrie des hexagonalen Gitters entsprechend zusammengesetzte Molekülgruppe zu setzen. Nur dann, wenn die Schnittpunkte des hexagonalen Gitters mit Körpern besetzt sind, welche selbst den Anforderungen des hexagonalen Systems genügen, ist der Krystall wirklich hexagonal. Während die Schwerpunkte der Gruppen in den Schnittpunkten eines hexagonalen Gitters liegen, müssen die der einzelnen Moleküle sich auf verschieden orientirte rhombische Gitter vertheilen. Im Gegensatz zur Mallard'schen Theorie ist es also eine wesentliche Bedingung für die Entstehung einer hexagonalen Form, dass ein regelmässiger Wechsel in der Orientirung der rhombischen Moleküle — nicht ein unregelmäßiger Wechsel in der Orientirung grösserer oder kleinerer Partikel — eintrete. Es müssen also, in einer Molekülreihe fortschreitend, die Moleküle 1, 4, 7..., 2, 5, 8..., 3, 6, 9... verschieden orientirten rhombischen Gittern angehören, je drei bezügl. sechs Moleküle müssen eine Gruppe bilden, derart, dass die Schwerpunkte der Gruppen einem hexagonalen Gitter angehören, und die Wirkung der Nachbarmoleküle aus den verschiedenen Gittern auf einander muss eine derartige sein, dass die Gitter sich genau unter 120° gegen einander einstellen. Entweder kann der Wechsel der Orientirung der Moleküle in der Reihe der langen oder in der Reihe der kurzen Gitterseiten eintreten; ein

Fig. 3.

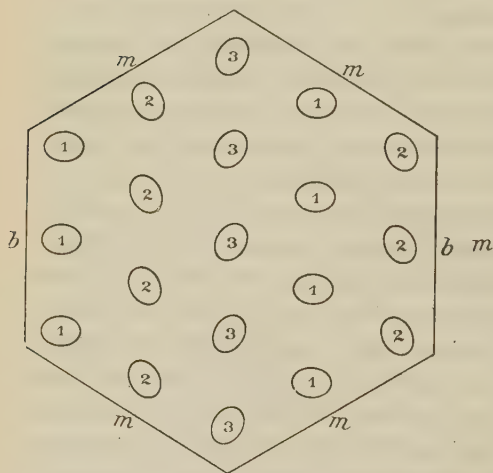
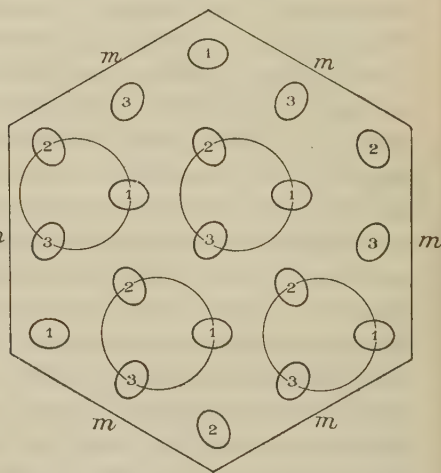


Fig. 4.



gleichzeitiger Wechsel mit der Periode 3 auf beiden Gitterseiten ist nicht möglich. Der erste Fall ist in Fig. 3, der zweite in Fig. 4 dargestellt. Die in Fig. 3 dargestellte Anordnung entbehrt jedoch des hexagonalen Charakters. Die in hexagonaler Auffassung gleichwerthige Richtungen darstellenden Grenzlinien sind hier ungleichartig. Ein und dieselbe Grenzlinie b wird immer von gleichartig orientirten, m dagegen von verschieden orientirten

Molekülen gebildet. Dagegen erfüllt die Anordnung der Fig. 4 die verlangten Bedingungen. Gegen alle sechs Grenzlinien stoßen die Moleküle mit einer in gleicher Weise wechselnden Neigung. Da die einzelnen Moleküle nur Drehungen um ihre eigene Verticale erlitten haben, um aus der Orientirung der Fig. 2 in die der Fig. 4 zu gelangen, so liegen sie noch in den Schnittpunkten des rhombischen Gitters. Je drei sind aber jetzt strahlig um ein gemeinsames Centrum gruppiert, und diese Centra bilden die Schnittpunkte eines hexagonalen Gitters. Erfüllt das ursprünglich rhombische Gitter nicht genau die Anforderungen des hexagonalen Systems, so haben nunmehr die anziehenden und abstossenden Molekularkräfte, welcher Art sie auch immer sein mögen, zur Folge, dass die Gruppe eine der Anzahl der Moleküle entsprechende Symmetrieaxe erhält, und dass in Folge dessen auch die rhombischen Gitter gegen einander genau unter der der Gruppensymmetrie entsprechenden Neigung orientirt sein müssen¹⁾. Die einzelnen Gruppen, also auch die ganze Masse des entsprechenden Körpers, besitzt nur eine trigonale, während das Gitter eine hexagonale Symmetrieaxe hat; es erscheint daher nöthig, die in Fig. 2 punktirt angedeuteten Moleküle auch hier aufzunehmen, d. h. nicht von einem einfachen prismatischen Raumgitter, sondern von einem solchen mit einem Massenpunkte in der Mitte (der Fig. 2

Fig. 5.

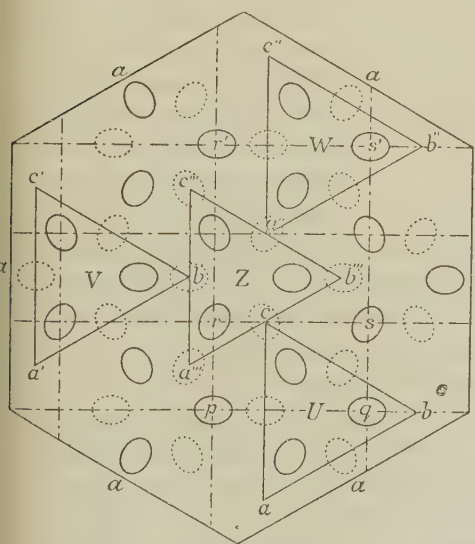
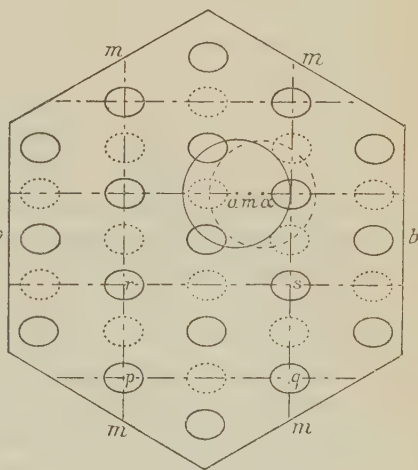


Fig. 2.



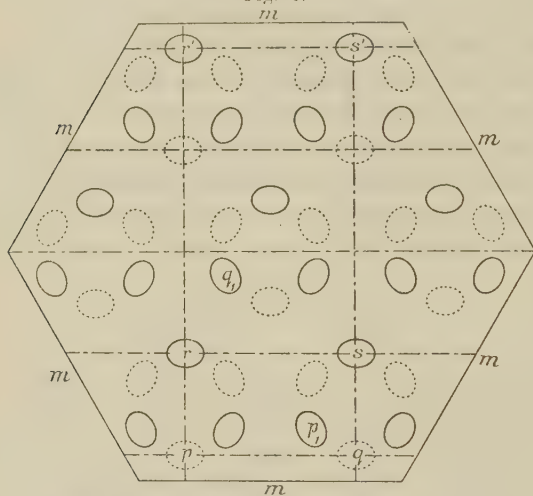
entsprechend) auszugehen. Fig. 5 zeigt die in entsprechender Weise ergänzte Anordnung (die gleichseitigen Dreiecke U, V, W, Z mögen vorläufig unbeachtet bleiben). In der benachbarten Ebene hat also eine ganz entsprechende Umwandlung stattgefunden, aber man muss sich vorstellen, dass

1) Vergl. diese Zeitschr. **30**, 323.

bei der Gruppenbildung ausser der Drehung eines jeden Moleküls um seinen Schwerpunkt beide Schichten gegen einander die kleine Schiebung αm bezügl. αm (vgl. Fig. 2) erlitten haben. Der hexagonale Charakter der Gruppe besteht in Folge der Drehspiegelung nach der Basis auch trotzdem, dass die ausgezogenen und punktierten Moleküle zwei verschiedenen Ebenen angehören. Während bei der rhombischen Anordnung der Fig. 2 die Gesamtheit der Moleküle auf vier rectanguläre Gitter vertheilt ist, sind bei Fig. 5 natürlich deren 42 vorhanden.

Setzen wir in dem pseudohexagonalen Gitter der Fig. 2 und in Fig. 5 den Abstand $pq = m = 1$, so ist $pr = l = 0,57735$, pr' (in Fig. 5) $= n = 0,57735 \times 3 = 1,73205$, und es ist $l : m = m : n$.

Fig. 6.



Ausser der in Fig. 5 angedeuteten hexagonalen Gruppierung ist nur noch eine einzige andere möglich, welche durch Fig. 6 wiedergegeben ist. Letztere geht aus der vorigen durch

Drehung der einzelnen Gruppen um 30° um die Hauptaxe hervor. Weil aber das Gitter von den Molekülen erzeugt wird, also deren geometrischer

Orientierung entsprechen muss, so müssen bei dieser Drehung der Gruppen die

einzelnen Moleküle im Raume ihre Orientirung beibehalten, d. h. es muss eine Verschiebung der Moleküle eintreten ohne Drehung um deren Axe; oder was dasselbe ist, wird jede Gruppe als starres Ganzes um 30° um die Gruppenaxe gedreht, so muss nachher jedes einzelne Molekül um seine eigene verticale Axe um 30° zurückgedreht werden.

Die Figg. 5 und 6 stellen also die beiden einzig möglichen hexagonalen Anordnungen rhombischer Moleküle innerhalb eines basischen Schnittes dar. Wir erkennen, dass jede der beiden möglichen verschiedenen Gruppen auch ihre bestimmte Anordnung innerhalb der Schicht verlangt.

Wenn das ursprüngliche rectanguläre Gitter genau das Axenverhältniss $a : b = 0,57735 : 1$ hat, so bestehen die beiden Schichten der Figg. 5 und 6 aus genau denselben zwölf Theilgittern; beide Anordnungen unterscheiden sich dann nur dadurch von einander, dass bei ersterer jede einzelne Gruppe von den langen Seiten (pq etc.) des Gitters diametral geschnitten wird, bei letzterer von den kurzen Seiten pr etc. Jede der beiden Netzebenen kann

nach dem regulär dreiseitigen prismatischen, oder auch nach dem rhomboëdrischen Gitter sich in verticaler Richtung wiederholen. Nach der prismatischen Anordnung liegen in allen basischen Schichten die entsprechenden Gruppen vertical übereinander. Fig. 7 giebt die Projection auf die Basis für die rhomboëdrische Anordnung der Gruppen der Fig. 5, Fig. 8 entsprechend für Fig. 6. Die eingeschriebenen Ziffern bedeuten die basische Schicht, welcher die betreffenden Gruppen angehören.

Fig. 7.

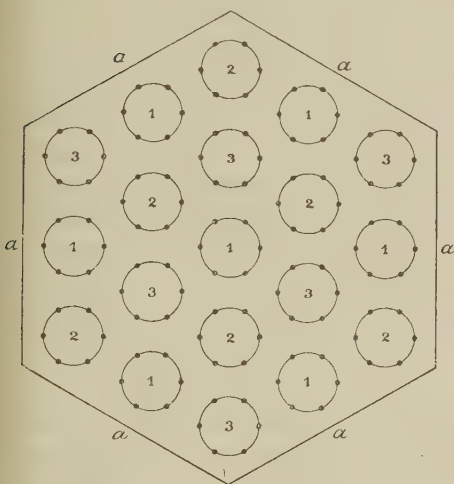
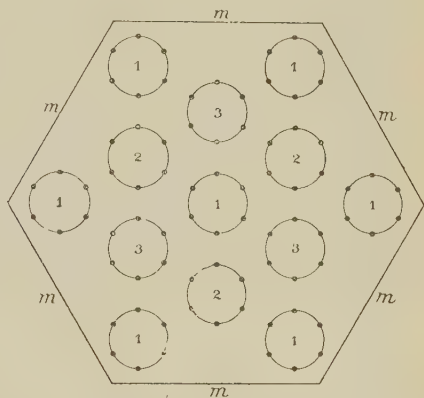


Fig. 8.



Wenn auch mancherlei Verschiedenheiten zwischen Tridymit und Quarz nicht zu verkennen sind, so haben diese Mineralien in anderer Beziehung doch auch gewisse Aehnlichkeiten, so dass die Vermuthung, beide seien auf die gleichen rhombischen Raumgitter zurückzuführen, wohl berechtigt ist, zumal in der Verschiedenheit der Gruppen das abweichende chemische Verhalten sowohl als auch die übrigen Verschiedenheiten von Tridymit und Quarz sehr wohl begründet sein können¹⁾. Dasselbe Raumgitter, mag es nun das rhomboëdrische oder das dreiseitig prismatische sein, kann daher sowohl für den Tridymit, als auch für den Quarz vorausgesetzt werden. Wäre das Verhältniss $a : b = \text{tg } 30^\circ : 1$ bei dem gemeinsamen rechtwinkligen Gitter auch im freien Zustande genau erfüllt, dann könnte der Uebergang aus der Anordnung der Fig. 2 in die der Fig. 5 und 6 ohne horizontale oder verticale Deformation erfolgen. Da dies aber ein nicht zu erklärender Zufall wäre, so ist anzunehmen, dass erst durch die gegenseitige Einwirkung der zwölf Netze auf einander jenes Verhältniss zu Stande kommt. Das höhere specifische Gewicht des Quarzes deutet darauf hin, dass bei dessen Gitter im Wesentlichen eine Compression einer Seite stattgefunden hat. Infolgedessen muss dann das Verhältniss $c : a$ beim Quarz

4) Vergl. diese Zeitschr. 4898, 30, 338.

grösser sein, als es beim freigedachten Theilgitter der Fall ist. Das Verhältniss $c : a = 1,0999 : 1$ des Quarzes lässt demnach die Vermuthung zu, dass bei den freien rhombischen Gittern zwei Axen nahe oder völlig gleich wären. Aus dem Axenverhältnisse $c : a = 1,6533 : 1$ beim Tridymit geht hervor, dass dessen verticale c -Axe nicht mit der kleineren horizontalen Axe gleich sein kann. Von den drei Axen a , b , c des frei gedachten rectangulären Gitters müssen also die beiden grösseren Axen b und c einander gleich sein. Es sind dementsprechend die Dimensionen des deformirten rechtwinkligen Gitters im Quarz $a : b : c = 0,57735 : 1 : 1,0999$, im Tridymit $a : b = 0,57735 : 1 = 1 : 1,73205$ und $a : b : c = 1 : 1,73205 : 1,6533 = 0,57735 : 1 : 0,9545$. Bei kleinen Deformationen ist der kubische Ausdehnungscoefficient gleich der Summe der drei linearen, und da das Verhältniss $a : b$ bei Quarz und Tridymit das gleiche ist, so müsste das kubische Verhältniss beider Mineralien, d. h. das Verhältniss ihrer Dichte gleich sein dem Verhältnisse ihrer c -Axen, wenn beide Mineralien aus den gleichen elementaren Gittern entstanden wären, die nur eine Veränderung ihrer verticalen Axen erfahren hätten. Das Verhältniss der verticalen Axe des Quarzes zu der des Tridymits ist $1,0999 : 0,9545 = 1,1513 : 1$; das specifische Gewicht des Quarzes ist 2,65, das des Tridymits 2,30, also ihr Verhältniss $\frac{2,65}{2,30} =$

1,1524 : 1. Aus der Gleichheit der beiden Verhältnisse könnte somit der Schluss gezogen werden, dass in der That beide Mineralien aus den gleichen elementaren Gittern bestehen, und dass bei dem Uebergange dieses letzteren in das Gitter des Quarzes bezügl. des Tridymits im Wesentlichen eine Axe deformirt wurde in dem soeben gefundenen Verhältnisse. Da nun aber der die längere c -Axe besitzende Quarz der specifisch schwerere Körper ist, so kann die Verlängerung der c -Axe desselben nur eine secundäre Erscheinung sein, welche durch eine thatsächliche Verkürzung einer horizontalen Axe zu Stande kommt. Ebenso muss dann beim Tridymit thatsächlich eine Dilatation einer horizontalen Axe vorliegen, welche eine Verkürzung der verticalen Axe zur Folge hat. Bei dem frei gedachten gemeinsamen rechtwinkligen Gitter steht der Werth der c -Axe zwischen 1,0999 und 0,9545, und es ist, wie schon erwähnt, anzunehmen, dass bei ihm $b : c = 1 : 1$ sei, es ist also nur der Werth $a : b$ desselben zu ermitteln, durch dessen Deformation in beiden Fällen das Verhältniss $0,57735 : 1$ hervorgeht. Infolge dieses letzten Umstandes muss die Compression beim Quarz parallel einer anderen horizontalen Axe des freien Gitters vor sich gehen, als die Dilatation beim Tridymit. Läge beim Quarz hauptsächlich eine Verkürzung der a -Axe vor, so wäre das Verhältniss $b : c$ auch beim freien Gitter nicht $1 : 1$. Es kann also beim Quarz nur eine Compression in der Richtung der b -Axe vorliegen, infolge deren c einen grösseren Werth erhalten hat, beim Tridymit daher nur eine Dilatation parallel der a -Axe, infolge deren c kleiner geworden ist.

Die Verlängerung der c -Axe beim Quarz beträgt 0,0999, die Verkürzung derselben Axe beim Tridymit 0,0455; das rechtwinkelige Gitter des Tridymits steht also dem gemeinsamen freien Gitter näher als das des Quarzes. Fände beim Tridymit nicht gleichzeitig mit der Dehnung nach der a -Axe ausser der scheinbaren (relativen) auch eine thatsächliche, wenn auch nur geringere absolute Verkürzung nach der c -Axe statt, so wäre demnach die a -Axe des gemeinsamen freien Gitters $0,57735 \times (1 - 0,0455) = 0,55108$. Nun ist aber normalerweise neben der Dehnung nach der a -Axe, und zwar infolge derselben beim Tridymit auch eine, wenn auch nur geringe absolute Compression nach der c -Axe zu erwarten, und wenn wir aus der relativen Verkürzung der c -Axe einen Schluss ziehen wollen auf die Grösse der Dilatation nach a , dann dürfen wir bei obiger Multiplication nicht den Werth $1 - 0,0455$ als Factor einsetzen, welcher den Werth der c -Axe nach Abzug der gesammten Verkürzung ausdrückt, sondern wir müssen hierzu den Betrag der freilich unbekannten absoluten Compression der c -Axe noch berücksichtigen. Läge beim Quarz nur eine Compression der b -Axe vor, so wäre das Verhältniss $a : b$ des freien Gitters $0,57735 : 1,0999 = 0,525 : 1$. Da aber die Compression der b -Axe auch eine thatsächliche Dehnung der c -Axe zur Folge haben wird, so liegt der Werth der a -Axe zwischen 0,525 und 0,577.

Fig. 5.

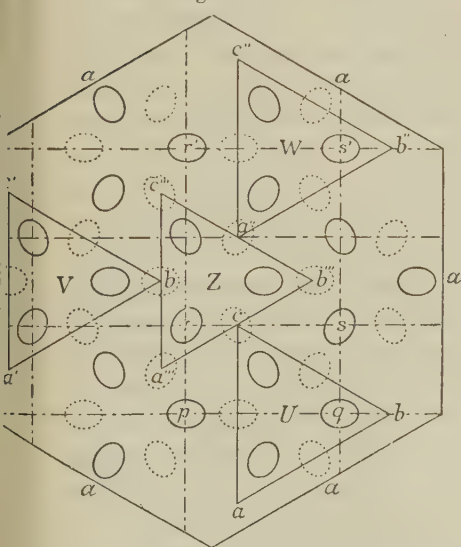
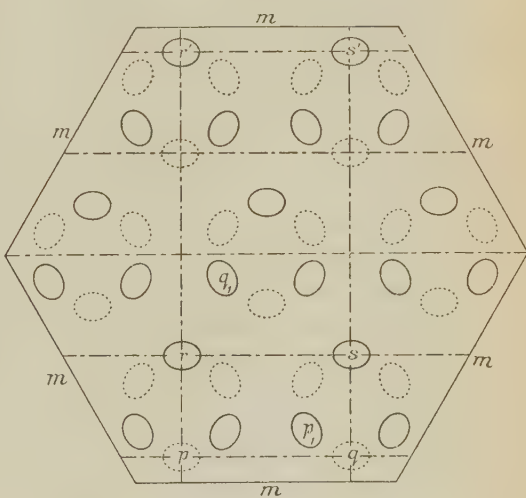


Fig. 6.



Die Dimensionen des frei gedachten, dem Quarz und dem Tridymit gemeinsamen rechtwinkligen Gitters sind also:

$$a : 1 : 1; \text{ wobei } 0,525 < a < 0,577.$$

Es fragt sich nunmehr, ob die in Fig. 5 oder die in Fig. 6 dargestellte

Structur dem Quarz oder dem Tridymit entspreche. Aus dem hexagonalen Axenverhältnisse des Quarzes $a : c = 1 : 1,0999$ folgt, dass bei ihm in der gewöhnlichen Aufstellungsweise die hexagonale Nebenaxe a der grösseren horizontalen Axe des rechtwinkligen Raunggitters, d. h. also der Strecke pq oder $p_1 q_1$ entspricht. Beim Quarz ist nun, wenigstens in der gewöhnlichen Ausbildungsweise, die Nebenaxe zweizählige Symmetrieaxe, was wohl bei Fig. 6, nicht aber bei Fig. 5 für pq resp. $p_1 q_1$ gilt. Daher kann nur Fig. 6 die Structur des Quarzes darstellen.

Aus dem hexagonalen Verhältnisse des Tridymits $a : c = 1 : 1,6533$ folgt, dass bei diesem die hexagonale Nebenaxe a auch der kleineren rhombischen Axe a des rechtwinkligen Raunggitters entspricht; d. h. die Strecke pr wird hier Nebenaxe und übernimmt in Bezug auf die Symmetrie diejenige Rolle, welche beim Quarz pq hat. Die Structur des Tridymits entspricht hiernach der Fig. 5.

Während nach der vorhergehenden Entwicklung gerade die Verschiedenheit des Axenverhältnisses und des specifischen Gewichtes den Beweis liefert, dass der Molekularanordnung des Quarzes und des Tridymits dieselben zwölf rechtwinkligen Raunggitter zu Grunde liegen, war für Mallard, der eine geometrische Durchdringung ganzer Krystallpartikel von niedrigerer Symmetrie als die Ursache der hexagonalen Form ansah, das verschiedene specifische Gewicht und das verschiedene Axenverhältniss der beiden Körper eine unüberwindliche Schwierigkeit; er sah sich genöthigt, zwei getrennte Familien der Kieselsäure anzunehmen, suchte aber vergebens nach der Urform der Quarzfamilie. Der von Wallerant als solche herangezogene Quarzin oder Chalcedon kann kaum etwas anderes als eine faserige oder dichte Varietät des Quarzes darstellen, wie solche ja auch von verschiedenen anderen Mineralien bekannt sind.

Sowohl beim Quarz als beim Tridymit besteht nach Obigem eine Deformation der Nebenaxen, d. h. der die Gruppe tangential schneidenden Gitteraxen. Beim Quarz ist dies die Richtung maximaler Piëzoëlektricität, und es liegt die Vermuthung nahe, dass infolge dessen bei ihm die Hemimorphie der Nebenaxen in der Flächenausbildung, in den Aetzfiguren u. s. w. auffallend hervortritt; beim Tridymit stehen die Moleküle, welche in der die Gruppen tangential schneidenden Gitteraxe aufeinander folgen, jedesmal um 120° gegen einander gedreht, und es wäre möglich, dass infolge dessen, obwohl die Symmetrieklasse hier nicht höher ist wie beim Quarz, jene Erscheinungen doch nicht in dem Maasse in die Erscheinung treten.

Bei Fig. 5 und 6 stellen sowohl die Schwerpunkte der Moleküle, als auch die der Gruppen regelmässige Punktsysteme dar.

Schon das ganz analoge Verhalten des Cristobalits beim Erwärmen lässt den Schluss zu, dass auch in ihm die gleiche hexagonale Gruppe enthalten sein muss, wie beim Tridymit. Zwar entspricht das Axenverhältniss des

hexagonalen Tridymits $a : c = 1 : 4,6533$ nicht direct der Forderung des regulären Systems $a : c = 1 : 4,22474$, aber dasselbe entfernt sich doch nur wenig von dem theoretischen Verhältnisse $a : c = 1 : 4,6330$, wenn zur Bestimmung des hexagonalen Axenverhältnisses eine Pyramide zu Grunde gelegt wird, welche in Bezug auf die dem regulären Würfel entsprechende Pyramide als $\frac{1}{3}P\{4043\}$ zu bezeichnen wäre. Ausserdem aber zeigen besonders die Zwillinge des Tridymits ausserordentlich auffallende Beziehungen zu regulären Verhältnissen. Nach den Untersuchungen vom Rath's liegt denselben namentlich das Gesetz zu Grunde: »Zwillings-ebene ist eine nicht als Krystallfläche auftretende Fläche von $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$, welche letztere auch die Zusammensetzungsfläche der Individuen liefert. Ausserdem wurde noch ein zweites Gesetz, bei welchem $\frac{3}{4}P\{30\bar{3}4\}$ Zwillings-ebene ist, nachgewiesen. Nach dem ersteren wachsen sehr häufig drei Individuen theils zu Juxtapositions-, theils zu Penetrationsdrillingen zusammen.«

Fig. 9a und 9b giebt die Projection der Basisflächen c bei den verschiedenen Zwillingbildungen auf eine zu deren Zwillingsebenen senkrechten Ebene. Die Fläche c_2 steht zu c_1 und die Fläche c_3 zu c_2 nach dem ersten

Gesetze, die Fläche e_4 zu e_1 nach dem zweiten Gesetze in Zwillingstellung. Mallard hat bekanntlich bereits aus dem Umstande, dass der Winkel $e_3 : e_1 = 70^\circ 36'$ dem Winkel zwischen zwei Oktaëderflächen $70^\circ 32' 44''$ fast gleich sei, den Schluss gezogen, dass das Molekularnetz des Tridymits »pseudoregulär« sei. Die thatsächlichen Beziehungen sind aber damit noch nicht erschöpft.

Wird die Basis c_1 des einen Tridymit-Individuums als das Äquivalent der Oktaederfläche o_1 eines regulären Krystalles angesehen, so liegt die Basis c_2 des zweiten Individuums fast genau in der Ebene des Rhombendodekaeders d' des ersten Individuums, da der Winkel d' : $o_1 = 35^\circ 46'$; $c_2 : c_1 = 35^\circ 48'$. Wie vorhin schon erwähnt, fällt c_3 fast genau in die Oktaederebene o_3 des ersten Individuums, weil $c_3 : c_1 = 70^\circ 36'$, $o_1 : o_3 = 70^\circ 32'$.

Für $c_1 = o_1' n_1'$ und $c_3 = o_2' l_2'$ ist daher eine Würfel­fläche $(\infty 0 \infty)$ $\{100\}$ Zwillings­ebene.

Endlich entspricht das seltenere Gesetz des Tridymits nach $\frac{3}{4}P\{30\bar{3}4\}$ fast genau dem regulären Gesetze: Zwillingsfläche ist eine Fläche des Ikositetraëders $202\{11\bar{2}\}$, denn es ist $c_4 : c_1$ nach der Berechnung als hexagonale Zwillingform $110^08'$, nach der Beobachtung von G. vom Rath $109^056'$; eine Oktaëderfläche, die zu c_1 nach dem regulären Gesetze $202\{11\bar{2}\}$ verwachsen wäre, hätte den Winkel $109^028'46''$ mit c_1 . Nach

Fig. 9 a.

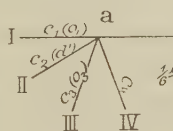
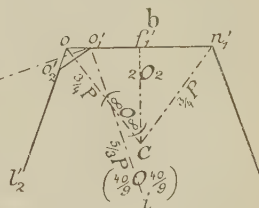


Fig. 9 b.



(G. Boeris¹⁾) ist dieses Gesetz auch bei den von ihm untersuchten Tridymitkrystallen von San Pietro Montagno in den Euganeen nicht häufig.

In seiner ersten Mittheilung²⁾ über den Tridymit hatte der hochverdiente Entdecker dieses interessanten Minerals der jetzt gewöhnlich als Zwillinge nach $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$ gedeuteten Verwachsung eine andere Deutung gegeben: »Die Zwillingungsverwachsung ist nun unter dem Gesichtspunkte aufzufassen, dass die Zwillingsebene normal zur Verwachsungsebene steht«; es wurde also nicht die Winkelhalbierungsebene zwischen $o_1 (c_1)$ und $d' (c_2)$, sondern die zu dieser senkrechte Halbirungsebene zwischen $o_1'n_1'$ und $d' = o_1'o_2'$ als Zwillingsebene gedeutet, der das Zeichen $\frac{5}{3}P\{50\bar{5}3\}$ in hexagonaler Auffassung zukommt; vom Rath schreibt über dieses Gesetz: »Ich verhehle mir nicht, dass eine einfachere Relation zwischen der Zwillingsebene und dem Hexagondodekaëder (P) erwünscht sein würde. Eine solche würde sich aber zu weit von den Messungen entfernen.« In seiner späteren Mittheilung³⁾ entschloss er sich daher, die Berührungsebene $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$ auch zugleich als Zwillingsebene aufzufassen und bemerkt: »Es folgt aus dem Gesagten, dass die Entscheidung in Bezug auf die Zwillingsebene, ob $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$ oder $\frac{5}{3}P\{50\bar{5}3\}$ nicht so bestimmt aus den Messungen als vielmehr aus der ebenflächigen Ausbildung der Berührungsebene in den Juxtapositionszwillingen erfolgt.« »Wollte man der früheren Auffassung gemäss aus dem Fundamentalwinkel $152^\circ 24'$ die Zwillingsebene parallel einer Dihexaëderfläche $\frac{5}{3}P\{50\bar{5}3\}$ berechnen, so ergäbe sich die Kante $Ia' : IIa = 162^\circ 45'$. Auch dieser Werth liegt innerhalb der oben angegebenen Messungen.«

Bezüglich der Einfachheit der Relation war durch die neue Deutung gegenüber der älteren kaum ein wesentlicher Fortschritt erzielt worden, und wenn man die offenbaren Beziehungen des Tridymits zum regulären System berücksichtigt, dann ist die ältere Deutung vorzuziehen. Die Fläche $\frac{5}{3}P\{50\bar{5}3\}$ bildet mit der Basis c_1 des einen Individuums den Winkel von $72^\circ 33'$, die Winkelhalbierungsebene zwischen dem Rhombendodekaëder $d' = o_1'o_2'$ und der Oktaëderfläche $c_1 = o_1'n_1'$ mit diesem einen Winkel von $72^\circ 22' 4''$; sie entspricht ziemlich genau dem Ikositetraëder $\frac{4}{9}O\frac{4}{9} = (9.9.40)$. Letzteres bildet mit der Oktaëderfläche den Winkel $72^\circ 23'$. Das Zeichen $(9.9.40)$ entspricht freilich an sich einer Fläche, von der man kaum annehmen darf, dass sie als Zwillingsebene im gewöhnlichen Sinne auftrete. Indessen ist dabei zu bedenken, dass erstens die Oktaëderfläche des einen Individuums in dieser Zwillingstellung genau der Rhombendodekaëderfläche des anderen entspricht; und dass zweitens bei Wiederholung desselben Gesetzes für das erste und dritte Individuum die Rhombendodekaëderfläche resp. Würfelfläche Zwillingsebene wird; in diesem Falle befindet sich das mittlere Individuum zwischen den beiden anderen in der symmetrischen Gleichgewichtslage.

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 297.

2) Pogg. Ann. 1868, **135**, 439.

3) Pogg. Ann. 1874, **152**, 5.

Wie die Zwillingsbildungen, so entsprechen auch die einfachen Formen des Tridymits regulären Verhältnissen. Wird die Basis wie vorhin als Oktaëder gedeutet, so wird das Prisma erster Art ein Ikositetraëder $202\{112\}$, das Prisma zweiter Art wird Rhombendodekaëder. Die betreffenden Winkelwerthe sind in beiden Systemen die gleichen. Die Grundpyramide p dagegen ist dann als $\frac{4}{3}O = \{443\}$ zu deuten, dessen Winkel zu $O(111)$ eine grössere Abweichung im Vergleich zum beobachteten Werthe hat. Es ist $\frac{4}{3}O:O = 153^\circ 12'$; nach den Beobachtungen von vom Rath ist der Winkel $152^\circ 18'$ bis $152^\circ 24'$.

Die bei gewöhnlicher Temperatur auftretende Zwillingsebene nach dem rhombischen Prisma entspricht bei hexagonaler Auffassung einem hexagonalen Prisma, bei regulärer dem Ikositetraëder $202\{112\}$, dessen Flächen auch bei der Zwillingsbildung nach $\frac{4}{3}P\{30\bar{3}4\}$ als Zwillingsebenen in regulärer Auffassung auftreten.

vom Rath erwähnt¹⁾ in seiner zweiten Mittheilung über den Tridymit: »Wie die Figur andeutet, scheint eine äusserst feine Linie über die Mitte der beiden Individuen II und III zu laufen, zu deren Seiten die Flächen-theile indessen vollkommen einspiegeln.« Nach der erwähnten Abbildung verlaufen diese Linien horizontal über den Flächen der Prismenzone. Der hexagonal gedachte Tridymit ist also hemimorph nach der c -Axe, und im Zusammenhange mit der eben genannten Zwillingsbildung nach dem Prisma folgt hieraus, dass der hexagonal gedachte Tridymit der trigonal-pyramidalen, d. h. der ogdoëdrischen Klasse des hexagonalen Systems angehört. Deuten wir den Tridymit regulär, dann liegen in den scheinbar einfachen Tafeln Spinellzwillinge vor, und die einfache Form ist tetraëdrisch-pentagondodekaëdrisch (tetartoëdrisch).

Für das reguläre System sind theoretisch drei verschiedene Raumgitter möglich: a) nach Würfeln, b) dasselbe mit einem Massenpunkte im Centrum, c) mit einem solchen in der Mitte jeder Würfelfläche. Auch hier müssen die Eckpunkte wieder mit Gruppen besetzt sein, die den Anforderungen des regulären Systems entsprechen, d. h. drei aufeinander senkrechte, mindestens zweizählige und vier dreizählige Axen besitzen.

Fig. 10 auf folg. S. zeigt ein derartiges Raumgitter mit einem Massenpunkte in der Mitte, dessen Eckpunkte mit Oktaëdern besetzt sind. Die Oktaëder sind kleiner gezeichnet, als es dem richtigen Verhältnisse zum Gitter entspricht, um ihre gegenseitige räumliche Anordnung besser hervortreten zu lassen. In Fig. 5 entsprechen die Dreiecke $UVWZ$ einem mit denselben Buchstaben auch in Fig. 10 angedeuteten oktaëdrischen Schnitte durch das reguläre Gitter. Die Schnittfläche entspricht bezüglich ihrer Molekularanordnung genau einer hexagonalen Basis.

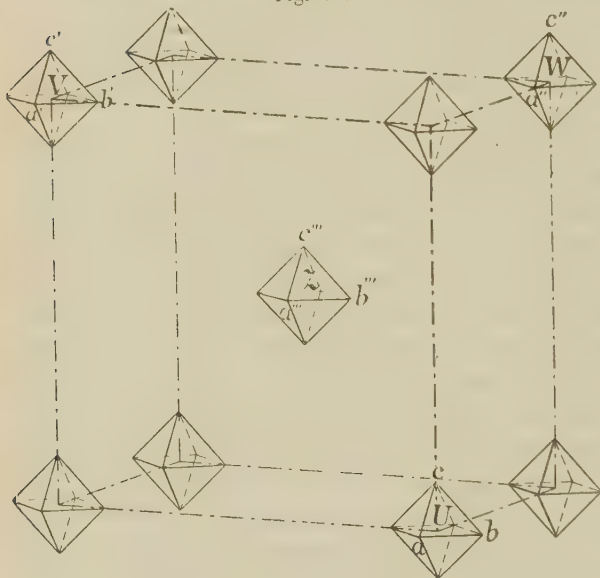
Da die Dimensionen des Tridymits derartig sind, dass die c -Axe bei

1) Pogg. Ann. 1874, 152, 7.

hexagonaler Anordnung $\frac{4}{3}$ desjenigen Werthes ausmacht, welcher den regulären Verhältnissen entspricht, so kann beim Cristobalit keine reine oktaëdrische Gruppe vorliegen.

Stelle $lmno$ (Fig. 41) den Querschnitt durch ein Oktaëder senkrecht

Fig. 40.

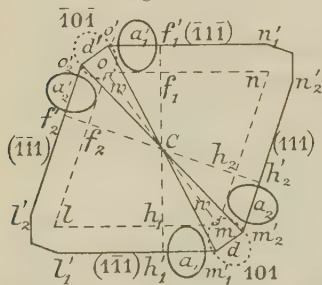


zu einer Oktaëderkante dar. Wie ich schon früher bemerkte, kann man ein Oktaëder als einen aus (acht oder) vier hexagonalen Formen zusammengesetzten Zwillingstock betrachten, dessen Zwillingsflächen ww sind. Voraussetzung ist aber dabei, dass das Axenverhältniss des hexagonalen Krystalles $a : c = 4 : 1,22474$ sei. lm bezüglich mn geben die Breite der als Basis zu

deutenden Oktaëderflächen; $f_1 h_1$ bez. $f_2 h_2$ die Höhe des Abstandes zweier basischer Schichten.

Beim Tridymit ist aber das Verhältniss der Höhe zu der in der Basis liegenden Dimension $\frac{4}{3}$ mal so gross. Die Moleküle liegen also in den Schichten $l'_1 m'_1$,

Fig. 44.

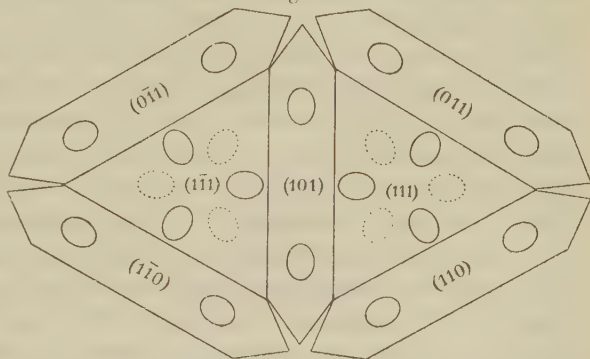


$m'_2 n'_2$, $n'_1 o'_1$, $o'_2 l'_2$. Bei dieser Vergrößerung der Höhe muss die Grösse der Basis unverändert bleiben, und es entsteht deshalb eine Kluft $o'_2 o'_1 C m'_1 m'_2$, welche dem Werthe der c -Axe entsprechend Platz für eine anders orientirte Einlagerung liefert. $h'_1 f'_1$ entspricht, da für das ideale rhombische Gitter $b : c = 4 : 1$, dem Abstände pq der Fig. 3, ebenso

aber auch der Abstand dd' . Die Moleküle a_1 und a_2 stehen zu einander in Zwillingstellung nach der Würfffläche, das Molekül d zu a_1 und a_2 nach dem fraglichen Gesetze: Zwillingsfläche ist $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$ oder $\frac{2}{3}P\{50\bar{5}3\}$ oder $\frac{4}{9}O\frac{1}{9}\{9.9.40\}$, Zwillingsgrenze ist die Fläche P resp. $\frac{4}{3}O\frac{1}{3}\{343\}$ in regulärer Auffassung. Wachsen die Individuen a_1 , d und a_2 für sich senkrecht zu ihren beiden grossen Axen fort, so entstehen die bekannten Drillinge nach $\frac{1}{6}P\{10\bar{1}6\}$.

Fig. 12 zeigt die Vertheilung der Moleküle auf benachbarten Oktaeder- und Dodekaëderflächen der regulären Gruppe. Die Anordnung ist auf den Oktaederflächen trigonal. Um die Oktaëder-ecken herum bilden die auf den Dodekaëderflächen liegenden Moleküle sechs tetragonale Theilgruppen; es ist dies deshalb beim Cristobalit möglich, weil bei dem freien Gitter $b:c = 1:1$.

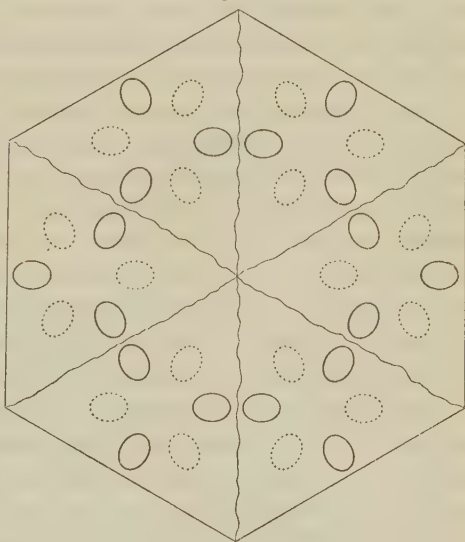
Fig. 12.



Die eben besprochenen Beziehungen zwischen Tridymit und Cristobalit lassen meines Erachtens eine dreifache Erklärung zu.

1) Die beiden Mineralien sind identisch und zwar regulär tetartoëdrisch. Der Tridymit stellt im Wesentlichen einen Spinnelzwilling dar, der ausser nach (111) noch nach einer der Zone (111):(110) angehörigen Fläche verzwillingt ist, die als $2O2\{112\}$ (bei hexagonaler Auffassung als $\infty P\{10\bar{1}0\}$) gedeutet werden muss, falls sie zu (111) senkrecht steht. In Fig. 13 ist sie durch die geschwängelte Linie angedeutet. Alle krystallographisch gleichartigen Richtungen wären in einem homogenen Raume in Folge der gegenseitigen Einwirkung in gleicher Weise gedehnt oder zusammengedrückt; die Anordnung innerhalb einer oktaëdrischen Schicht wäre also streng hexagonal bzw. trigonal. Auf die beiden zur Zwillingsgrenze senkrechten Gitter wirkt aber innerhalb eines jeden Individuums ein Zug oder Druck von dieser Grenze her, der in gleicher Weise auf das zur einen äusseren Fläche (112) senkrechte Gitter nicht wirkt. Die hexagonale Gruppe muss daher derartig deformirt werden, dass sie in Bezug auf die zur Aussenfläche senkrechte Höhenlinie symmetrisch bleibt, d. h. sie erhält rhombischen Charakter. Bei höherer Temperatur scheinen die Bedingungen für die hexagonale Gruppe,

Fig. 13.



wie sie im Tridymit vorliegt, günstiger zu sein, als bei niedriger Temperatur, da auch der Quarz sich dabei in Tridymit umwandelt. Die von der Zwillingsgrenze herkommenden Störungen hören deshalb von einer bestimmten Temperatur an auf.

Die c -Axe des Tridymits hat einen höheren Werth, 4,6533, als es dem regulären Werthe 4,633 entsprechen würde. Auch diese Erscheinung müsste auf den von der Zwillingsgrenze nach $O\{111\}$ herkommenden Druck zurückgeführt werden.

2) Man kann annehmen, der Cristobalit sei regulär tetartoëdrisch, der Tridymit hexagonal-ogdoëdrisch. Die eigenthümlichen, an das reguläre System erinnernden Zwillingsbildungen kommen dann deshalb zu Stande, weil dieselben Gesetze beim Tridymit die Individuen zum Zwilling, beim Cristobalit die Theilgruppen zu regulären Gruppen vereinigen. Man darf sogar annehmen, dass eine der hexagonalen Tridymitmasse eingeschaltete reguläre Gruppe den Anstoss zur Zwillingsbildung giebt.

Die rhombische und die tetragonale optische Symmetrie bei gewöhnlicher Temperatur müsste man, schon ihrer leichten Umwandlung und Rückwandlung in die hexagonale bezüglich reguläre Form entsprechend, nur als gestörte hexagonale bezüglich reguläre Formen betrachten.

3) Kann man aber auch annehmen, dass in Folge derselben Druckwirkung von der Zwillingsgrenze aus die Bildung hexagonaler bezüglich regulärer Formen bei gewöhnlicher Temperatur verhindert wird, und dann tatsächlich bei gewöhnlicher Temperatur rhombische bezüglich tetragonale Anordnungen vorliegen. Die bei einer bestimmten Temperatur eintretende momentane Aenderung der optischen Symmetrie kann auf ein Zerfallen, resp. auf die Bildung der hexagonalen resp. regulären Gruppe deuten und deshalb diese Auffassung als die wahrscheinlichste erscheinen lassen.

Diese momentane Aenderung der optischen Erscheinungen kann aber auch auf eine bei einer bestimmten Temperatur eintretende Veränderung der von der Zwillingsgrenze ausgehenden störenden Kraft zurückgeführt werden. So kann z. B. eine optische Störungen veranlassende elektrische Ladung der Zwillingsgrenze bei einer bestimmten höheren Temperatur durch Leitung verschwinden. Unter dieser Voraussetzung müsste der zweiten Annahme entsprechend der Tridymit bei höherer Temperatur als ungestört, bei niedriger Temperatur als gestört hexagonal bezeichnet werden; der Cristobalit bei höherer Temperatur als ungestört, bei niedriger Temperatur als gestört regulär.

In allen Fällen aber ist die niedrige Symmetrie in diesen Fällen mit der Zwillingsbildung in ursächlichen Zusammenhang zu bringen, alle Formen des Tridymits, des Cristobalits und des Quarzes führen auf das gemeinsame einfache rectanguläre Raumgitter zurück, welches im freien Zustande ungefähr die Kantenverhältnisse $a : b : c = a : 4 : 4$ hätte, wobei $0,525 < a < 0,577$.

Aehnlich wie der Tridymit verhält sich bekanntlich der Boracit. Dass die geometrisch der hexakistetraëdrischen Klasse des regulären Systems angehörigen Krystalle Zwillingstöcke aus rechten und linken Individuen darstellen, für welche das Rhombendodekaëder Zwillingsebene ist, beweist schon das bei vielen Krystallen beobachtete »Gerüst«, welches, wie ich früher¹⁾ ausführlich bemerkt habe, nur als eine Folge der Zwillingbildung angesehen werden darf. Die die Schnittpunkte des regulären Gitters einnehmenden Gruppen müssen demnach auch hier regulär tetartoëdrische Symmetrie besitzen. Nach der Häufigkeit zu schliessen, mit der das Rhombendodekaëder als herrschende äussere Krystallfläche auftritt, dürfte dies auch die Form der Gruppe darstellen. Die aus derartigen, parallel gestellten Gruppen bestehenden Individuen oder Partikel bilden dann Zwillinge nach ∞O , die als Ganzes tetraëdrisch-hemiëdrische Symmetrie haben und die Häufigkeit der tetraëdrischen Formen erklären.

Die dritte häufige Form, der Würfel, entspricht dem hexaëdrischen Gitter. Der von der Zwillingsgrenze ausgehende Druck oder Zug, der sich wie beim Tridymit als optische Anomalie kundgiebt, verschwindet bei 300° , und man darf deshalb auch hier die Erscheinung entweder als die Folge einer Störung der regulären Lagerung auffassen, die in einem von der Zwillingsgrenze ausgehenden Druck ihre Ursache hat, oder aber man kann sich vorstellen, dass derselbe Druck oder Zug bei gewöhnlicher Temperatur die reguläre Gruppierung verhindere. Dass beim Boracit gleichzeitig mit dem Verschwinden der Doppelbrechung auch die elektrische Polarität nicht mehr nachweisbar wird, spricht für den causalen Zusammenhang beider Erscheinungen.

16. Hemimorphie von Quarz, Tridymit und Calcit.

Dass in der That von Zwillingsgrenzen derartige Druck- oder Zugwirkungen ausgehen, wie sie im vorigen Abschnitte vorausgesetzt wurden, beweisen die Beobachtungen an Quarzplatten, welche ich früher²⁾ beschrieben habe. Nach der gewöhnlichen Auffassung gehört der Quarz der trigonal-trapezoëdrischen Klasse des hexagonalen Systems an; indessen sind Krystalle, bei welchen die eine Hälfte der sechs Prismenflächen eine andere Ausbildungsweise verräth oder auch ganz fehlt, bei aufgewachsenen Quarzkrystallen gar nicht selten; in der Regel wechseln dann auch wohl die drei oberen Flächen eines spitzen, zum Prisma vicinalen Rhomboëders mit den drei vorhandenen Prismenflächen ab, oder letztere werden durch die Rhomboëder ersetzt. Diese Ausbildungsweise kann nicht als zufällige Bildung bezeichnet werden, denn sie ist für ganze Stufen, besonders von Bourg d'Oisans im Dauphiné, charakteristisch. Meistens zeigen diese letzteren freilich ein sechsseitiges Prisma, dessen Ausbildung aber auf die Zwillingbildung nach

1) Diese Zeitschr. 1892, **20**, 462.

2) Diese Zeitschr. 1899, **32**, 20.

dem Dauphinéer Gesetze zurückzuführen ist. Fig. 14 zeigt die Aetzfiguren auf der Basis eines solchen rechtsdrehenden Krystalles. Derselbe besteht aus einem positiven Kern, um welchen sich über die drei abwechselnden

Fig. 14.



Prismenflächen negative Partien aufgelagert haben; dadurch entsteht eine Combination, welche als Ganzes der hexagonal-pyramidalen Klasse anzugehören scheint. Die sechsseitige Gestalt spitzt sich durch alternirende Ausbildung von Flächen aus der Zone $\infty R\{2\bar{1}1\} : 0R\{111\}$ gleichmässig nach oben zu. Nehmen wir der Lage der vicinalen Flächen entsprechend an, dass der Anstoss

zur Ablagerung einer neuen Schicht auf den Prismenflächen in Folge der Concentration der Lösung oder dergl. vorwiegend am Fusse des Krystalles beginnt, so ist das Fortschreiten des Flächenwachsthums der Prismen in Folge der äusseren Bedingungen von dem aufgewachsenen nach dem freien Ende hin am meisten begünstigt. Da nun aber von den sechs Prismenflächen, der geometrischen Symmetrie der Klasse entsprechend, abwechselnd drei leichter nach der einen, die drei anderen leichter nach der anderen Seite der *c*-Axe ihre Schichten vorrücken lassen, so muss nothwendig das Wachsthum auf der einen Hälfte der Prismenflächen mehr, auf der anderen Hälfte weniger begünstigt sein. Das hexagonale Prisma muss also dann in Folge der ungleichen Begünstigung in zwei trigonale Prismen zerfallen. Setzt sich nun aber einmal eine Partikel auf einer weniger begünstigten Fläche in Zwillingsstellung nach dem Dauphinéer Gesetze ab, dann hat diese Partikel die mehr begünstigte Orientirung und muss den Anstoss zu einem neuen Individuum geben, welches die Stelle der früher weniger begünstigten Fläche einnimmt. Das Dauphinéer Gesetz hat somit den Erfolg, dass im Kampfe ums Dasein weniger begünstigte Flächen nicht verschwinden, oder wenn man die andere Ausdrucksweise vorziehen will, es hat den Zweck einer gleichmässigeren Abrundung des ganzen Krystallstockes nach aussen.

Die vorstehende Erklärung hat eine äussere Verschiedenheit, die des Lösungsmittels, an verschiedenen Stellen der Umgebung zur Voraussetzung. Man kann aber auch annehmen, die Wachsthumsbedingungen der einen Hälfte der sechs Prismenflächen seien nicht nur für eine bestimmte Richtung, sondern an und für sich ungünstiger als die der anderen Hälfte; das ist dann der Fall, wenn der Krystall hemimorph ist, also der trigonal-pyramidalen Klasse angehört. Dann muss, auch unabhängig von den äusseren Bedingungen, das Dauphinéer Gesetz zur Wirkung kommen, wenn bei einem aufgewachsenen Krystalle das Prisma mit sechs Flächen auftreten soll. Die nach beiden Seiten der *c*-Axe gleichartig ausgebildeten, nach der gewöhnlichen Deutung einfach genannten Krystalle mit sechs Prismenflächen sind dann Zwillinge nach einem Gesetze: Zwillingaxe ist die *a*-Axe.

Giebt es nun Thatsachen, welche eine Entscheidung für eine der beiden Voraussetzungen ermöglichen, ob die hemimorphe Ausbildung mancher Quarze, oder auch die Zwillingsbildung nach dem Dauphinéer Gesetze durch äussere Verhältnisse der Umgebung oder durch innere Verhältnisse der Quarzmasse allein bedingt sind, d. h. ob die Quarzmasse der trigonal-trapezoëdrischen, oder der trigonal-pyramidalen Symmetrie gehorcht? Nach dem Ätzen zeigten die vorher erhitzten Quarzplatten die in Fig. 44 angedeuteten Riss-systeme. Zwischen den positiven und negativen, über den Prismenflächen abgelagerten Theilen war eine scharfe Trennung entstanden. Eine ganz entsprechende Rissbildung nach der Zwillingsgrenze habe ich auch beim Baryt¹⁾ beschrieben. Diese Beobachtungen liefern den oben in Aussicht gestellten experimentellen Nachweis, dass an der Zwillingsgrenze Druck- oder Zugwirkungen vorhanden sind. Ausser diesen scharfen Rissen erkennt man aber noch ein System feinerer Risse zwischen dem positiven centralen Kerne und den positiven peripherischen Theilen; die erstere Masse hatte sich über den Rhomboëderflächen, die letztere über den Prismenflächen abgelagert. Auf den letzteren verläuft den vicinalen Flächen entsprechend das Wachsthum nach dem freien Ende hin, auf den Rhomboëderflächen von der freien Spitze aus nach den Prismen zu. Die über den drei Rhomboëderflächen abgelagerte Masse bildet dementsprechend eine einzige homogene Masse für sich, die über den Prismenflächen abgelagerte Masse gliedert sich von dieser schon durch die Art der Schichtenverlängerung ab. Ohne Frage beweist diese Thatsache, dass die Masse des positiven Kernes zu der Masse der positiven Prismenflächen in Zwillingsstellung nach der a -Axe steht, dass also das Quarzindividuum nicht trigonal-trapezoëdrisch, sondern trigonal-pyramidal, dass die c -Axe hemimorph ist; ob aber diese Unterschiede der beiden Enden der c -Axe durch die verschiedene Art des Wachsthums, oder ob die verschiedene Art des Wachsthums auf $R\{100\}$ und $\infty R\{2\bar{1}1\}$ durch die Hemimorphie der c -Axe bedingt ist, möchte ich mit Bestimmtheit aus diesen Beobachtungen allein nicht entscheiden.

Wallerant beschreibt²⁾ Tetraëderchen, welche mit Quarz und faseriger Kieselsäure zusammen vorkommen und von welchen er annehmen zu dürfen glaubt, dass sie ebenfalls reine SiO_2 seien, folgenderweise:

»Nun haben einige dieser Körperchen, welche also als Quarzin angesehen werden müssen, statt der gewöhnlich abgerundeten Form Tetraëdergestalt und sind so orientirt, dass eine ihrer Höhenlinien zur Hauptaxe des Quarzes parallel geht. Die dieser Höhenlinie gegenüberliegende Basis hat Winkel, die sehr nahe an 60° kommen, so nahe, dass nach der Messung der Winkel für genau 60° gelten könnte, wenn man nicht wüsste, dass der Quarzin optisch zweiaxig wäre.« Leider wird eine optische Untersuchung

1) Diese Zeitschr. 1897, 28, 82.

2) Diese Zeitschr. 31, 60.

der Tetraëderchen nicht erwähnt. Wenn aber aus diesen unbestimmten Angaben überhaupt ein Schluss zu ziehen erlaubt ist, dann nehme ich an, die Tetraëderchen seien hemimorph ausgebildete, von $0R\{111\}$ und $R\{100\}$ begrenzte Quarzkrystalle.

Berücksichtigen wir ausserdem die oben besprochene Beobachtung, dass auch der Tridymit in seiner hexagonalen Form der trigonal-pyramidalen Symmetrie entspricht, so werden wir die vorhin beschriebenen Angaben so zu deuten haben, dass auch dem einfachen Quarz dieselbe Symmetrie zukomme. Jedenfalls aber liegt kein Grund vor, zwischen der Symmetrie eines allgemein als trigonal-pyramidal geltenden Krystalles, des Natriumperjodates, und der des Quarzes einen anderen als einen graduellen Unterschied zu suchen. Der eine Körper lässt häufiger, der andere seltener seinen wahren Symmetriecharakter erkennen.

Beim Quarz kommen somit drei Arten von Ergänzungszwillingen vor: 1) Zwillingaxe ist die Nebenaxe. 2) Zwillingaxe ist die Hauptaxe. 3) Zwillingsebene ist das Prisma zweiter Art.

Die Verwachsung nach dem letzten Gesetze, welche deshalb leichter wahrnehmbar ist, als die nach den beiden ersten Gesetzen, weil dort rechtsdrehende und linksdrehende Theile in Zwillingstellung treten, ist, wie Brewster schon 1824 zeigte, häufig eine äusserst innige. Bei der Untersuchung brasilianischer Amethyste im convergenten Lichte wird vielfach das schwarze Kreuz der nicht drehenden einaxigen Krystalle sichtbar, und dazwischen erscheinen stellenweise Andeutungen der Airy'schen Spiralen¹⁾. Die einzelnen Lamellen, d. h. theils rechts-, theils linksdrehende Partikel, verlaufen hier parallel den Rhomboëderflächen.

Die innige Verwachsung rechts- und linksdrehender Partikel geht noch weiter bei den neuerdings von G. d'Achiardi beschriebenen Quarzkrystallen²⁾, welche gar keine optische Activität mehr erkennen lassen und deren Aetzfiguren nicht mehr mit trigonaler, sondern mit hexagonaler Symmetrie übereinstimmen. Ein regelmässiger Wechsel zwischen rechten und linken Molekülen wäre auf eine Gruppenbildung zurückzuführen, die aber im vorliegenden Falle wohl nicht existirt; denn erstens können die von G. d'Achiardi beschriebenen Krystalle als das Endglied einer Reihe betrachtet werden, deren anderes Endglied einfache Zwillinge darstellen, deren Individuen deutlich einzeln wahrnehmbar sind; zwischen diesen Endgliedern stehen die oben erwähnten Amethyste.

Zweitens aber ist ein regelmässiger Wechsel mit der Periode 2 auf drei Systeme von untereinander gleichwerthigen, sich unter 120° schneidenden Netzlينien geometrisch nicht möglich. Es muss also auch hier wie beim

1) Vergl. Groth, diese Zeitschr. **1**, 300.

2) Atti Soc. Toscana di Sc. Nat., Pisa 1899, **17**, 444—434. Ref. diese Zeitschr. **34**, 303.

Aragonit, Baryt und bei der Cholsäure¹⁾ die höhere Symmetrie auf einer unregelmässigen Durchdringung von rechten und linken Partikeln beruhen. Hierdurch geht die elektrische Polarität der Nebenaxe und damit auch jede andere auf diese zurückzuführende Eigenschaft, wie z. B. der trigonale Charakter der Aetzfiguren, verloren, und es tritt mehr der Charakter der Anordnung der Moleküle in den Vordergrund. Wären nur derartige Formen des Quarzes bekannt, so würde man diesem also bezüglich aller seiner geometrischen und physikalischen Eigenschaften eine höhere Symmetrie zusprechen. In demselben Verhältnisse nun, wie diese höhere Klasse zur trigonal-trapezoëdrischen, befindet sich diese letztere bezüglich des Quarzes zur trigonal-pyramidalen. Die höhere Klasse kommt in beiden Fällen nicht durch eine feste Gruppenbildung, sondern durch Zwillingbildung grösserer oder kleinerer Partikel zu Stande. Solange aber die Krystallklasse die Structur des homogenen Individuums und nicht die eines mehr oder weniger homogenen, d. h. aus grösseren und kleineren Partikeln aufgebauten Zwillingstockes charakterisiren soll, müssen wir die Symmetrie dieser Partikeln bei der Bestimmung der Krystallklasse zu Grunde legen, den Quarz also der trigonal-pyramidalen Klasse einreihen.

Dass auch die einfache Form des Calcits nicht immer der ditrigonal-skalenoëdrischen, sondern zuweilen auch der trigonal-pyramidalen Klasse entspricht, habe ich bereits früher²⁾ bei der Beschreibung des Vorkommens von Niederrabenstein nachgewiesen, aber ich möchte an dieser Stelle meine früheren Angaben noch durch den Hinweis auf eine Analogie mit der Zinkblende ergänzen. Becke charakterisirt in der Zusammenfassung der Resultate seiner bekannten Untersuchung: »Aetzversuche an der Zinkblende«³⁾ den geometrischen Unterschied zwischen dem positiven und negativen Tetraëder der Zinkblende folgenderweise: »Der Gegensatz des inneren Baues zwischen positiven und negativen Oktanten spricht sich deutlich in der Ausbildung, namentlich in der tektonischen Beschaffenheit der Krystalle aus.

»Die positiven Oktanten sind durch Flächenarmuth, Ebenflächigkeit und geradlinige Flächenstreifung ausgezeichnet. In den negativen Oktanten sind die secundären Formen häufiger, ferner treten gewölbte Flächen und vicinale Formen auf, die Flächenzeichnung ist oft krummlinig. Flächenausdehnung und Glanz sind zur Unterscheidung positiver und negativer Formen gar nicht, das Auftreten bestimmter secundärer Formen (Leitformen) nicht ausnahmslos brauchbar.« In meiner Beschreibung des Kalkspathes von Niederrabenstein, bei welcher ich die Ogdoëdrie des letzteren, ausser durch die verschiedene Ausbildungsweise der rechten und linken Skalenoëderflächen und die Streifung auf $\infty R\{2\bar{1}\bar{1}\}$, durch den Unterschied in der Ausbildungs-

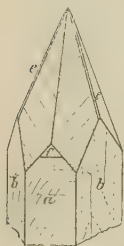
1) Vergl. diese Zeitschr. **33**, 606 ff.

2) Diese Zeitschr. 1892, **20**, 467.

3) Min.-petrogr. Mitth. 1883, N. F. **5**, 523. Ref. diese Zeitschr. **11**, 34.

weise der Prismenflächen begründete, beschrieb ich die letzteren folgenderweise (vergl. Fig. 15): »Bei den drei oberen, negativen Prismenflächen b fehlt

Fig. 15.



die eigentliche Prismenebene vollständig, statt ihrer treten die oberen Flächen verschiedener vicinaler negativer Skalenoëder auf, die, in regelloser Weise miteinander abwechselnd, ganz unregelmässig ein- und ausspringende Winkel hervorbringen.«

Die geometrische Charakterisirung der negativen Tetraëderflächen bei der Zinkblende und der negativen Prismenflächen beim Kalkspath ist also völlig gleich. Freilich hat man bei der Zinkblende häufiger Gelegenheit, die negativen Flächen zu beobachten, während sie beim Kalkspath in den meisten Fällen durch Zwillingbildung nach der a -Axe verdeckt sind,

vermuthlich, weil der Unterschied zwischen dem positiven und negativen Charakter im letzten Falle einen geringeren Grad hat als bei der Zinkblende¹⁾. Dass die gewöhnlich für einfache Krystalle geltenden Calcit-

Fig. 16.

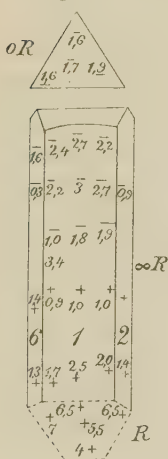
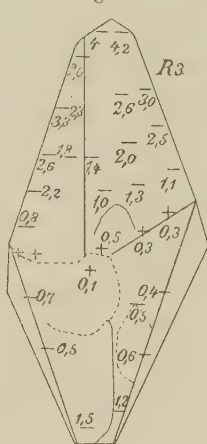


Fig. 17.



formen mehr oder weniger complirte Zwillingstöcke hemimorpher Individuen sind, geht meines Erachtens auch aus den pyroelektrischen Beobachtungen Hankel's²⁾ mit Bestimmtheit hervor. Fig. 16 giebt nach Hankel die Abbildung eines am unteren Ende abgebrochenen, am oberen Ende von der natürlichen Basisfläche begrenzten, prismatischen Krystalles, Fig. 17 die eines beiderseits ausgebildeten skalenoëdrischen (die eingeschriebenen Zahlen und Vorzeichen geben die beobachteten pyroelektrischen Spannungen an).

Die Aetzfiguren dagegen, welche besonders in den letzten Jahren die Erforschung der Krystallstructur so ausserordentlich gefördert haben,

1) Die neuerdings von den Herren S. L. Penfield und W. E. Ford (diese Zeitschrift 1900, **33**, 520) beschriebene »interessante Erscheinung, dass das Skalenoëder, wenn es nach einem der drei rhomboëdrischen Gesetze verzwillingt ist, durch Verzerung oder ungleichmässige Ausdehnung seiner Flächen eine einfachere Gestalt annimmt«, liefert einen neuen Beleg für »die bekannte Beobachtung, dass die Krystalle so weiter wachsen, dass die beiden (in Zwillingstellung stehenden) Individuen eine möglichst grosse Fläche gemeinsam haben« (vgl. diese Zeitschr. 1894, **19**, 263). Dieselbe Eigenthümlichkeit habe ich übrigens auch bereits bei den Niederrabensteiner Calciten (S. 465) bezüglich der Zwillingsgrenze — $\frac{1}{2}R\{110\}$ hervorgehoben.

2) Ueber die thermoelektrischen Eigenschaften des Kalkspathes. Abh. der mathem.-phys. Klasse der königl. sächs. Ges. d. Wiss. 1875, **11**, 205.

können wohl als negatives, nicht aber als positives Argument für eine höhere Klasse in Frage kommen. In meiner Mittheilung: »Die Anomalien der Krystalle« (Juli 1889) unterschied ich die Aetzfiguren eines rhombischen Krystalles nach zwei Gruppen: »die erste Gruppe, die normalen Figuren, stimmen genau mit den Anforderungen der rhombischen Symmetrie, die anomalen stehen mit dieser in Widerspruch« (S. 3). »Während die Moleküle stets asymmetrisch sind (d. h. in dem damals gebrauchten Sinne, indem sie keine Symmetrieebene und keine Symmetrieaxe besitzen), kann jedoch ihre Anordnung im Raume, ihre Gruppierung symmetrisch sein, und diese befolgt z. B. beim Aragonit und Baryt die Symmetrie des rhombischen Systems« (S. 4). Ich schloss daraus, dass »die erwähnten Anomalien der Krystalle auf eine elektrische Polarität der Moleküle zurückzuführen seien« (S. 4). F. Becke zeigte dann in seiner umfangreichen Untersuchung: Aetzversuche am Fluorit¹⁾, dass auch von denjenigen Aetzfiguren, welche mit der äusseren geometrischen Symmetrie übereinstimmen, einige von dem Lösungsmittel abhängig sind, andere dagegen nicht, wie es ja beim Quarz gleichfalls bekannt ist. Becke schloss daraus ebenfalls, dass die letzteren auf die Anordnung der Moleküle im Raume, die ersteren auf die Beschaffenheit der Moleküle zurückzuführen seien. Sind also die der Symmetrie des Gitters widersprechenden Charaktere der Moleküle nur von geringer Intensität, dann treten nur die sog. normalen Aetzfiguren in die Erscheinung; und da in denselben Fällen auch die Bildung von Ergänzungszwillingen am wenigsten behindert ist, so kann in derartigen Fällen der wahre Charakter der einfachen Form nur ausnahmsweise erkannt werden, wenn durch besondere Umstände die Zwillingbildung weniger leicht war.

Aus der trigonal-pyramidalen (ogdoëdrischen) Klasse des hexagonalen Systems leiten sich alle übrigen Klassen dieses Systems durch mehr oder weniger innige Durchdringung von Individuen (Partikeln) mit jener niedrigsten Symmetrie des Systems ab, welche miteinander Ergänzungszwillinge bilden. Es hat der Zwillingstock entweder

- | | |
|--|------------------|
| 1) eine Drehungsaxe parallel der verticalen Axe | = L_3 |
| oder 2) eine Spiegelebene - - - Basis | = P_3 |
| oder 3) eine Drehspiegelung | = L_3
P_3 |
| oder 4) eine Drehungsaxe parallel der Nebenaxe | = L_1 |
| oder 5) eine Spiegelebene nach der Zwischenebene | = P_2 |
| oder 6) eine Drehspiegelung | = L_1
P_2 |

oder es liegt gleichzeitig eine Zwillingbildung nach mehreren dieser Gesetze vor; 3) und 6) führen zu dem gleichen Zwillingstocke.

1) Min.-petrogr. Mitth. 1890, **11**, 349 ff. Ref. diese Zeitschr. **21**, 485.

Ausser diesen Zwillingstöcken für die eine oder andere höhere Klasse des hexagonalen Systemes feste Gruppen höherer Ordnung als die der trigonal-pyramidalen Gruppe, etwa nach Art der regulären Gruppen, anzunehmen, scheint bis jetzt wenigstens ebenso wenig nöthig, als die Annahme fester, aus triklinen Molekülen aufgebauter monokliner Molekulargruppen zur Erklärung der monoklinen Feldspäthe.

17. Ueber das Wesen der molekularen Richtkraft der Krystalle.

Ging aus der Erörterung des vorhergehenden Abschnittes hervor, dass die Masse der Quarzes, des Tridymits und des Calcits der Symmetrie der trigonal-pyramidalen Klasse entspreche, so war in dem diesem vorausgehenden Abschnitte für die beiden ersten Mineralien eine Molekularordnung abgeleitet worden, die der ditrigonal-skalenoëdrischen Klasse entsprach, und bezüglich des Calcits sprechen mancherlei Umstände dafür, dass er ein dem Tridymit entsprechendes Molekül habe (das leichtere specifische Gewicht, die dauernde Umwandlung von Quarz und Aragonit in Tridymit bezüglich Calcit bei höherer Temperatur).

Die niedere Symmetrie der Krystallindividuen ist dementsprechend nicht auf die Anordnung, sondern auf die Beschaffenheit des Moleküls zurückzuführen. Bezüglich des Quarzes muss man diesen Schluss übrigens auch schon aus der Veränderlichkeit der die trigonal-trapezoëdrische Symmetrie darthnenden Aetzfiguren ziehen.

Aus dem Auftreten pyroelektrischer Erscheinungen auch an scheinbar holoëdrischen Krystallen und vor allem aus der Art der Vertheilung der pyroelektrischen Erregung, wurde ich¹⁾ zu der Ansicht geführt, dass jedes Krystallmolekül von elektrischen Kreisströmen umflossen sei. Auf Grund dieser Annahme fand ich dann später²⁾ eine Molekularanordnung des Quarzes, welche mit der in 15. Abschnitte dieser Mittheilung auf durchaus von der früheren verschiedenen Grundlage abgeleiteten vollständig übereinstimmt. Denkt man sich die Moleküle der Figg. 5 und 6 S. 584 dieser Mittheilung von drei auf einander senkrechten Molekularströmen umflossen, so entspricht die hierdurch zu Stande kommende Fig. 49 genau der in dieser Zeitschr. 1898, 30, 336, Fig. 46 für den Tridymit gegebenen Darstellung, und die nebenstehende Fig. 48 entspricht genau der dortigen Fig. 47 für den Quarz. In meiner Mittheilung: Chemisches und elektrisches Verhalten des Quarzes³⁾ habe ich ferner den Nachweis geführt, dass auch die Aetzfiguren und die scheinbar sich widersprechenden elektrischen Beobachtungen sich mit Nothwendigkeit aus dieser Molekularanordnung ergeben. Beide Figuren entsprechen auch mit Berücksichtigung der Stromrichtungen der trigonal-trapezoëdrischen Klasse, während die Angaben des 16. Abschnittes ausserdem

1) Die Mineralien der Aragonitgruppe. Diese Zeitschr. 1888, 14, 382.

2) Diese Zeitschr. 1898, 30, 337.

3) Diese Zeitschr. 1899, 32, 9.

noch die Hemimorphie nach der Hauptaxe verlangen. Diese könnte der Sohncke'schen Annahme entsprechend dadurch zu Stande kommen, dass die einfachen Moleküle nicht dem rhombischen sondern einem niedrigeren Systeme angehörten; einfacher aber scheint mir die Voraussetzung, dass

Fig. 48.

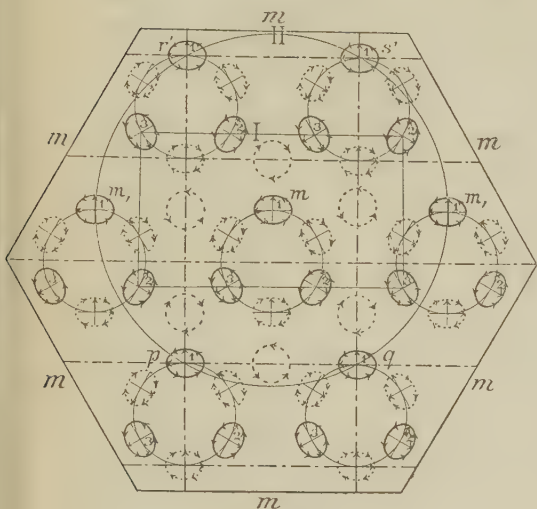
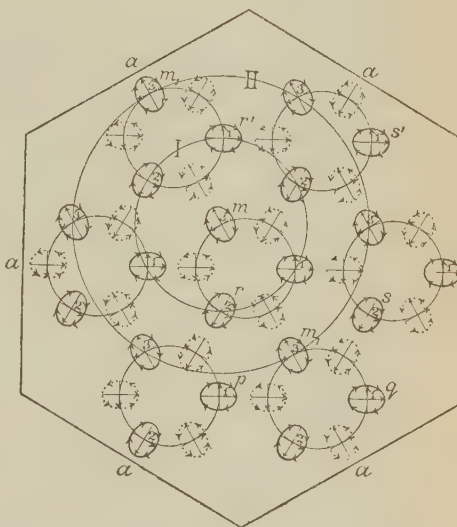


Fig. 49.



die drei elliptischen Stromkreise nicht den Mittelpunkt, sondern einen Brennpunkt gemeinsam haben, und dass dadurch ein Unterschied zwischen den beiden durch diesen Brennpunkt begrenzten Theilen des grossen Ellipsendurchmessers zu Stande kommt. Die drei Axen des rhombischen Moleküls würden somit hemimorphe Richtungen, und wenn die sechs Moleküle einer Gruppe das gleiche Ende der verticalen Axe nach derselben Seite richten, so muss auch die Gruppe nach dieser Axe hemimorph werden.

Da die der Fig. 48 entsprechende Anordnung optische Activität, die der Fig. 49 entsprechende optische Inactivität zur Folge haben muss, so wüsste ich thatsächlich keine empirischen Erscheinungen mehr anzugeben, welche zur physikalischen Begründung der angegebenen Structur noch in Frage kommen könnten.

Ein Bedenken gegen die Theorie der Molekularströme wurde früher von O. Lehmann in seiner Molekularphysik (II, 1889 S. 376) ausgesprochen. In Anschluss an die Besprechung der Wirbelatomtheorie von W. Thomson folgt dort nachstehende Bemerkung:

»Würde man sich derartige Curven als Wirbelfäden denken, so könnte wohl für kurze Zeit die Bewegung bestehen, sie würde aber, wenigstens in einer Flüssigkeit mit erheblicher Reibung, alsbald wieder erlöschen, da an einzelnen Flächen gerade entgegengesetzte Ströme aneinander gleiten müssten.

Indess könnte man sich die Gebilde auch in anderer Weise als Centralen von Kraftwirkungen denken, nämlich als Bahnen elektrischer Ströme. Da nach der Hypothese Ampère's die magnetischen Erscheinungen sich durch molekulare Kreisströme erklären lassen, so hätte diese Annahme wenigstens eine Stütze, obschon nach den uns geläufigen Vorstellungen die Existenz solcher Ströme ohne wirksame elektromotorische Kraft nicht möglich erscheint. Man würde dadurch eine grosse Mannigfaltigkeit von Wirkungen erzielen können, namentlich würden sich die verschlungenen Strömchen gegenseitig regelmässig zu orientiren suchen und so einigermaßen die Möglichkeit der Entstehung krystallinischer Gebilde begreiflich erscheinen lassen.«

»Auch Beckenkamp (1888) gelangt neuerdings auf anderem Wege, durch Untersuchung des Wachstums pyroelektrischer Krystalle, ebenfalls zu der Annahme molekularer elektrischer Ströme.«

Ich habe inzwischen verschiedentlich¹⁾ darauf hingewiesen, dass die Wärme die fragliche elektromotorische Kraft sei, dass die Wärmebewegung der Atome elektrische Bewegungen zur Folge habe. Als dasjenige Gebilde, an welchem eine jene Atom- resp. Molekularbewegung hemmende Reibung stattfinden könnte, käme nur der Aether in Betracht. Setzen wir aber die Existenz von Aetheratomen voraus, so muss bei constanter Temperatur die von dem Systeme der Körperatome an die Aetheratome abgegebene Energie derjenigen gleich sein, welche jene von diesen empfangen, da ja keine äussere und auch keine innere Arbeit geleistet wird. Die Wärmebewegung der Körperatome veranlasst bei dieser Annahme die elektrische Strömung, die hierdurch veranlasste Reibung am Aether veranlasst diesen wieder zu einer Wirkung auf die Körperatome, so dass ein vollständiger Kreisprocess stattfindet.

Ueber die Art der Wärmebewegung fester Körper schrieb Clausius schon 1857:

»Im festen Zustande ist die Bewegung der Art, dass sich die Moleküle um gewisse Gleichgewichtslagen bewegen, ohne diese, so lange nicht fremde Kräfte auf sie einwirken, ganz zu verlassen. Die Bewegung lässt sich also bei festen Körpern als eine vibrirende bezeichnen. Indess kann sie doch von sehr complicirter Art sein. Erstens können die Bestandtheile eines Moleküls unter sich vibriren, und die letzten Vibrationen können wieder in Hin- und Herbewegungen des Schwerpunktes und in Drehungsschwingungen um den Schwerpunkt bestehen.« O. Lehmann, der erfahrene Beobachter krystallographischer Erscheinungen, scheint das oben erwähnte Bedenken gegen die Molekularströme neuerdings wenigstens nicht mehr in dem Maasse zu hegen wie früher. In seiner interessanten Mittheilung²⁾:

1) Vergl. diese Zeitschr. 28, 99.

2) Ann. d. Physik 1900, 2, 703.

»Structur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle und deren Mischbarkeit mit festen« schreibt er:

»Unklar ist nun nur noch das eigentliche Wesen der molekularen Richtkraft der Krystalle.« — »Man könnte an die Wirkung molekularer Stösse denken im Vereine mit der Wirkung der Oberflächenspannung.« — »Indessen befriedigt doch die Annahme, die Moleküle seien gewissermassen absolut harte Miniaturkrystalle, nur in geringem Maasse. Ampère's Hypothese der molekularen elektrischen Ströme im Magneten scheint eine Verbesserung der Erklärung zu ermöglichen. Die Parallelrichtung der Moleküle unserer flüssigen Krystalle unter dem Einflusse eines Magneten mag nämlich die Annahme solcher molekularer Ströme, oder wohl richtiger in kreisender Bewegung befindlichen Atome, auch hier angängig erscheinen lassen.«

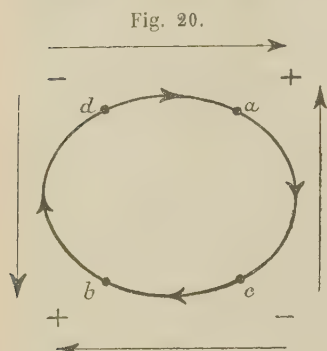
Meine früher hier und da eingestreuten Bemerkungen hatten in ähnlicher Weise wie vorstehende den Zweck, die Möglichkeit darzuthun, dass die Wärmebewegung Molekularströme, auf deren Existenz in der früher mitgetheilten Weise aus ihren Wirkungen zu schliessen war, in der einen oder anderen Weise hervorrufen können. Die Resultate der beiden letzten Abschnitte scheinen einen weiteren Ausbau dieser Hypothese zu gestatten.

Die gewöhnliche Lichttheorie setzt voraus, dass durch rasche Oscillationen der einzelnen kleinsten Theilchen eines leuchtenden Körpers ein nach allen Seiten sich fortpflanzendes transversales Wellensystem entsteht, als dessen Medium der Aether gilt. Fällt ein gewöhnlicher Lichtstrahl auf einen triklinen Krystall, dessen geometrische Symmetrie bekanntlich a priori keine Spaltung in zwei auf einander senkrechte Richtungen voraussehen lässt, so findet eine Zerlegung der Lichtbewegung in zwei auf einander senkrechte Schwingungen statt. Die Zerlegung transversaler Wellen innerhalb eines anisotropen Mediums in senkrecht zu einander schwingende Componenten muss also eine diesen schon an sich zukommende Eigenthümlichkeit sein, wenn die specielle Lage der Schwingungsebene im Falle des triklinen Krystalles auch durch dessen Molekularanordnung gegeben ist. Erfolgt also der Clausius'schen Annahme entsprechend die Wärmeschwingung der Körperatome nicht in gerader Linie, sondern in geschlossenen Curven, so müssen die an der Peripherie des Moleküls hierdurch veranlassten, den Lichtschwingungen entsprechenden Oscillationen in drei zu einander senkrechte Componenten zerfallen. Von der Peripherie aus strahlt das transversale Wellensystem allseitig in den Raum aus. Der einzelne Punkt an der Peripherie des Moleküls ist einer Wellenbewegung ausgesetzt, deren Periode von der Zeit abhängig ist, in welcher die betreffende Atombewegung ihren Kreislauf ausführt. Eine der Atombewegung folgende transversale Wellenbewegung der Aethers muss demnach das Molekül umkreisen, die wie erwähnt in drei auf einander senkrechte Componenten zu gliedern ist.

Kann diese transversale Wellenbewegung als eine elektrische Strahlung

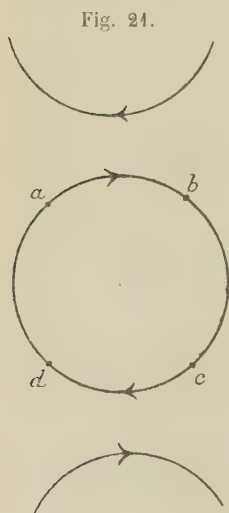
gellen, so müssen wir die Normalen zu den kreisförmigen Wellen als magnetische Kraftlinien bezeichnen.

Nehmen wir an, die Bahn einer das Molekül umkreisenden Welle habe (in erster Annäherung) elliptische Gestalt, so durchläuft der Strom die



Quadranten *a* und *b* (vergl. Fig. 20) von Stellen mit grösserem zu Stellen mit kürzerem Krümmungsradius; in den Quadranten *c* und *d* ist dies umgekehrt. Wird vorausgesetzt, dass dieser kinetischen Verschiedenheit bei stationärem Strome eine elektrostatische Verschiedenheit entspreche, dann kann das Potential bei *a* und *b* positiv, bei *c* und *d* negativ genannt werden. Elektrostatisch würde dann das Molekül den äusseren Pfeilrichtungen entsprechend von enantioparen Richtungen umgeben.

Man kann die statische Enantiopolarität auch noch in anderer Weise erklären. Denken wir uns die Strombahn als einen Kreis, in dessen Inneren die elektromotorischen Kräfte so vertheilt seien, dass an jeder Stelle der Bahn die gleiche Kraft wirke; ein an die Bahn gehaltenes Elektrometer müsste dann an jeder Stelle das gleiche Potential anzeigen, ein Strommesser die gleiche Stromstärke.



In den benachbarten Molekülreihen fliesst dann dem Molekül zunächst gegenüber ein entgegengesetzt gerichteter Strom, von dem wir annehmen, dass er hemmend auf die Bewegung in dem ersten Molekül wirkt (vergl. Fig. 21).

Zu Anfang muss dann die Stromstärke auf den Strecken *ab* und *cd* schwächer werden als auf den Strecken *bc* und *da*; dadurch kommt bei *b* und *d* eine geringere Elektrizitätsmenge an, als von dort abfliesst, das Potential bei *b* und *d* muss so lange vermindert werden, bis der Ueberdruck in *a* und *c* die Beeinflussung der benachbarten Strömung ausgleicht und überall die gleiche Stromstärke vor-

handen ist, d. h. überall die gleiche Elektrizitätsmenge ankommt und abfliesst. Bezeichnet der Curvenabstand bei Fig. 22 das Potential der Bahn ohne die Einwirkung der Nachbarströme, so zeigt Fig. 23 die Veränderung des Potentials durch die letzteren.

Ob die eine oder die andere der beiden Möglichkeiten oder ob beide in Betracht kommen, mag unentschieden bleiben, jedenfalls aber lässt die

Beobachtung enantiopolarer Erscheinungen auf die Wirkung geschlossener Ströme schliessen, und gerade das war der Grund, der mich zuerst zu der Annahme von Molekularströmen veranlasste.

Die nur statische Punktanordnungen berücksichtigende Hessel-Gadolinsche Klassifikation der Krystalle muss einen mit drei auf einander senkrechten enantiopolaren Richtungen begabten Körper

trotz seiner unzweifelhaften Bevorzugung der drei aufeinander senkrechten Ebenen in geometrischer und physikalischer Hinsicht (der in den vicinalen Flächen, dem pyroelektrischen Verhalten und den Aetzfiguren zum Ausdruck kommen kann) als asymmetrisch bezeichnen, weil er weder zwei spiegelbildlich noch zwei deckbar gleiche Richtungen hat. Die Beschränkung der Principien der Klassifikation auf statische Verhältnisse ist indessen auch an sich schon nicht gerechtfertigt.

Fig. 22.

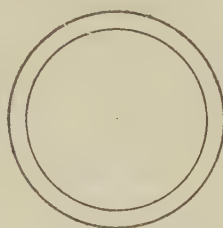


Fig. 23.

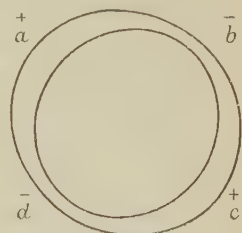


Fig. 18.

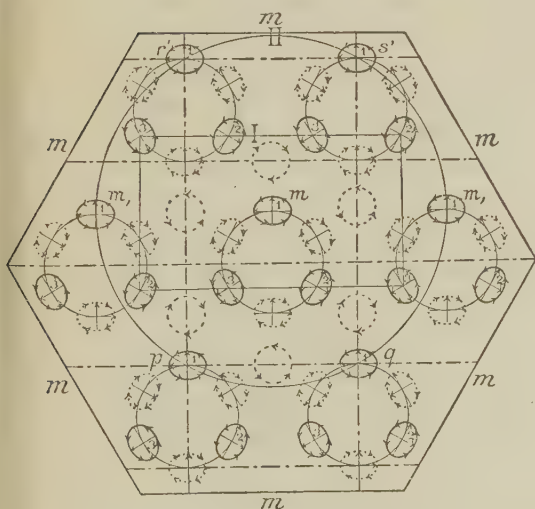
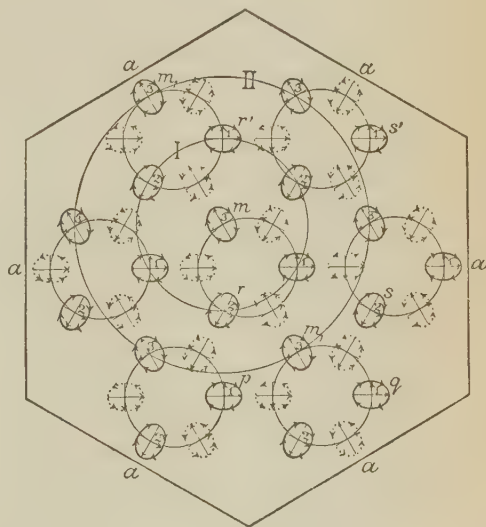


Fig. 19.



Sowohl bei der Anordnung der Fig. 18 als auch der Fig. 19 stellen die in derselben Ebene liegenden einzelnen Moleküle regelmässige Punktsysteme dar. Jedes eine Molekül ist genau in der gleichen Weise von seinen Nachbarn umgeben, wie das andere. Was also von dem einen Molekül gilt, gilt auch ebenso von jedem anderen. Jedes Molekül m wird von einer

Zone I von Molekülen umgeben, deren Gesamteresultirende zu m parallele Strombahnen, aber entgegengesetzte Stromrichtungen besitzt. Diese Zone bildet bei Fig. 48 ein Rechteck, bei Fig. 49 einen Kreis. Darauf folgt eine in beiden Figuren kreisförmige Zone II, deren Moleküle sämmtlich zu m parallel sind, deren Resultirende also ebenfalls mit m gleichgerichtet ist.

Im Gleichgewichtszustande ist die Gesamtwirkung der anziehenden und der abstossenden Kräfte der Umgebung natürlich einander gleich. Verlässt ein Molekül die Gleichgewichtslage infolge der Einwirkung äusserer Kräfte, so muss es wieder in die ihm zukommende Lage zurückkehren, sobald letztere aufhören wirksam zu sein. Indessen nicht nur bezüglich der Lage und Richtung der Atombewegungen muss eine gegenseitige Abhängigkeit vorhanden sein, sondern auch bezüglich der Schwingungsphase. Haben die gleichgerichteten Moleküle alle dieselbe Phase, dagegen die abweichend orientirten bezüglich der verticalen Componenten eine Phasendifferenz von $\frac{1}{3}\lambda$, so liegen in den Centren der trigonalen Gruppen Knotenpunkte sowohl in Bezug auf die drei die Gruppen bildenden Moleküle, als auch in Bezug auf die ganze übrige einheitliche Masse. Die Schwerpunkte der Gruppen verhalten sich dann also ebenso, wie die Staubtheilchen bei den Chladni'schen Klangfiguren.

Soll die von m_1 ausgehende Welle, welche in der zur Zeichnungsebene senkrecht stehenden und durch den kleinen Ellipsendurchmesser gelegten Ebene vibriert, bei m immer die gleiche Phase antreffen, und auch umgekehrt die von m ausgehende in m_1 , so muss der Abstand von mm_1 gleich einem Vielfachen der betreffenden Wellenlänge oder gleich derselben sein; da derselbe Abstand $mm_1 = pq$ in gleicher Weise auch in rhombischer Anordnung wiederkehrt, so wird man pq der betreffenden Wellenlänge gleich setzen. Dasselbe gilt in Bezug auf diejenige Welle, welche in der durch den grossen Ellipsendurchmesser gehenden Ebene schwingt, bezüglich des Abstandes pr' . Jedoch stellt dieser Abstand das Dreifache des Abstandes pr in rhombischer Anordnung dar, und mit Rücksicht hierauf wird man $pr = \frac{1}{3}pr'$ als die betreffende Wellenlänge ansehen müssen.

Die erwähnte Anpassung der zwölf rechtwinkeligen Raumgitter zur hexagonalen Anordnung ist hiernach nicht nur eine geometrische, sondern eine mechanische, eine gegenseitige Anpassung der Schwingungsdauer der Atome innerhalb des Moleküls.

Besitzt das Hessel-Gadolins'sche Princip der Klassifikation die vorhin besprochene unnöthige Beschränkung, so enthält es andererseits eine ebenso unberechtigte Freiheit, solange nicht der Nachweis der mechanischen Möglichkeit der betreffenden statischen regelmässigen Punktsysteme geliefert ist.

Ohne diesen Nachweis bleibt die Aufgabe, neue Beweise für die Existenz von 32 Symmetrieklassen regelmässiger Punktsysteme zu liefern, an der

wohl Niemand zweifelt, mehr eine geometrische als krystallographische. Die Einführung schwingender Massenpunkte für die mechanisch möglichen Systeme muss aber den Symmetriegrad der entsprechenden statischen Systeme erniedrigen, sobald nicht etwa nur lineare Oscillationen angenommen werden.

Wenn im Mallard'schen Sinne die Möglichkeit der Existenz einheitlicher Partikel von höherem als triklinem Charakter beanstandet wird, so ist das meines Erachtens nicht berechtigt, aber andererseits halte ich es auch für ebensowenig begründet, der Masse eines aus verschiedenen Anwachspyramiden zusammengesetzten Krystalles ohne weiteres die Symmetrie des ganzen Aggregates zuzuschreiben. Jede einzelne Anwachspyramide ist ein Individuum für sich, welches zu seinen Nachbarn in Zwillingstellung steht¹⁾.

Hierdurch muss nothwendig im Allgemeinen eine grössere Anhäufung der Vertreter in den niedrigsten Klassen der einzelnen Systeme eintreten. Dass die geometrische Möglichkeit eines entsprechenden regelmässigen Punktsystemes für die Existenz einer Krystallklasse von bestimmter Symmetrie nicht genügt, dürfte aus nachstehender statistischen Uebersicht hervorgehen: Unter den Mineralien fehlen von den 32 Klassen für neun Klassen die entsprechenden Vertreter. Von diesen letzteren haben sechs Klassen unter den künstlichen Krystallen je einen oder zwei Vertreter gefunden. Etwa 80% der Mineralien vertheilen sich auf sechs Klassen, auf je eine in einem System; diese sechs Klassen sind freilich nicht die niedrigsten des betreffenden Systems, aber es wird sich vielleicht mit der Zeit der Nachweis erbringen lassen, dass es diejenigen sind, welche am leichtesten durch mehr oder weniger innige Zwillingungsverwachsung aus der niedrigst symmetrischen Klasse des betreffenden Systems hervorgehen.

Der ersten Anforderung, welche an eine Klassifikation gestellt werden muss, dass die ihr unterworfenen Objecte bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu dieser oder jener Klasse eindeutig bestimmt seien, entspricht das System der 32 Krystallklassen zwar theoretisch, aber, wie beim Aragonit, Baryt, Quarz, Calcit und bei der Cholsäure nachgewiesen wurde, kann ein und dieselbe Substanz je nach ihren Krystallisationsbedingungen verschiedenen Klassen des Systems angehören, wenn man nur die geometrische Umgrenzung, und das physikalische Verhalten der mehr oder weniger homogenen Zwillingstücke berücksichtigt.

Dass das System der 32 Symmetrieklassen manche praktische Vortheile hat, soll durchaus nicht geleugnet werden, bediene ich mich doch desselben schon seit zwölf Jahren bei meinen Vorlesungen²⁾. Aber man muss die principielle und die praktische Bedeutung eines Systems von ein-

1) Vergl. diese Zeitschr. 1899, **32**, 25—26.

2) Vergl. die zu Unterrichtszwecken von mir nach den Arbeiten von Curie und Minnigerode aufgestellte Tabelle der 32 Symmetrieklassen in dieser Zeitschr. 1889, **15**, 547.

ander trennen. In dieser Hinsicht kann man das System der 32 Krystallklassen durchaus dem Linné'schen System der Pflanzenwelt an die Seite stellen.

In einer homogenen Molekularanordnung kann die infolge von Temperaturänderungen nothwendig werdende Veränderung in der gegenseitigen Anpassung verschiedener Raumgitter keine Störung der Symmetrie veranlassen (wenn nicht etwa ganz andere Anordnungen hierbei erfolgen), weil die Gruppierung nach allen Seiten der betreffenden Symmetrie entspricht. An Zwillingsgrenzen ist letzteres nicht der Fall, und schon durch die mit jeder Temperaturänderung dort am meisten zur Geltung kommenden elektrostatischen Aenderungen können deshalb von hier aus Störungen in der gegenseitigen Lage der einzelnen Raumgitter eintreten.

Die vorhin entwickelte kinetische Hypothese der Molekularwirkungen scheint eine Bestätigung in den Verhältnissen der Atomgewichte des Sauerstoffs und des Siliciums zu finden. Setzen wir ersteres gleich 16, letzteres gleich 28,4, so ist das Verhältniss $O : Si = 0,5634$. Wird also die Anzahl der von einem Atom in der Zeiteinheit ausgehenden Wellen dem Atomgewichte proportional angenommen und vorausgesetzt, dass die Wärmebewegungen der drei Atome in drei zu einander senkrechten Ebenen stattfinden, dann muss das dem Molekül SiO_2 entsprechende einfache rechtwinkelige Raumgitter die Dimensionen $a : b : c = 0,5634 : 1 : 1$ haben. Aus dem Axenverhältnisse des Tridymits und des Quarzes wurde abgeleitet

$$a : b : c = a : 1 : 1, \text{ wobei } 0,525 < a < 0,577 \text{ (vergl. S. 581).}$$

Die Thatsache, dass Elemente von verschiedenem Atomgewicht sich in Krystallen isomorph zu vertreten im Stande sind, verlangt noch eine weitere Modification der kinetischen Hypothese der festen Körper. Entweder muss man annehmen, dass die Anzahl der hintereinander folgenden und je eine Schwingung veranlassenden Bestandtheile der sich isomorph vertretenden und etwa ringförmig gedachten Elemente die gleiche sei (die Grösse der einzelnen Bestandtheile muss also bei derartigen Elementen dem Atomgewichte proportional sein), oder dass diese Anzahl bei dem einen Elemente genau ein Multiplum der Anzahl des anderen sei. Im ersteren Falle wären die (im wesentlichen von der Wellenlänge, d. h. der Oscillationsdauer abhängigen) Atomvolumina isomorpher Elemente gleich, wenn die (von der Temperatur abhängigen) Dimensionen der Atome an sich, bezüglich der Atombahnen, ausser Rücksicht bleiben könnten und die Oscillationsdauer aller Atome eines Moleküls gleich gesetzt wird. Angenähert scheint dies thatsächlich der Fall zu sein¹⁾.

Je kleiner die Anzahl der eine Schwingung veranlassenden Bestandtheile eines Elementes ist, um so grösser müsste unter der gleichen Voraussetzung das Atomvolum sein; hiernach müssten die einwerthigen Metalle *Li, Na, K, Rb, Cs*, da sie Maxima in der Curve der Atomvolumina dar-

1) Vergl. Nernst, Theoretische Chemie S. 490.

stellen, die geringste Anzahl für sich Schwingungen erregender Bestandtheile haben. Bei denselben Elementen ist übrigens auch der Einfluss der Atomgrösse auf das Atomvolumen am grössten und deshalb der Isomorphismus weniger vollkommen.

Bei nicht isomorphen Elementen innerhalb desselben Moleküls muss die Anzahl der hintereinander folgenden Bestandtheile proportional dem Atomgewichte sein, wenn die Grösse der einzelnen Bestandtheile, resp. die Anzahl der nebeneinander sich bewegenden gleichgross gedachten Bestandtheile dieselbe ist. Diese Annahme würde speciell die Uebereinstimmung des aus dem Verhältnisse der Atomgewichte und aus den Axenverhältnissen von Tridymit und Quarz bestimmten Verhältnisses $a : b : c$ nach sich ziehen. Sie würde auch das schon von Mallard in seiner Theorie verwendete und auch von anderen Autoren als merkwürdige Thatsache hervorgehobene häufigere Vorkommen von Formen erklären, die sich bestimmten Grenzformen nähern. Diese Grenzform wäre dasjenige Axenverhältniss, welches der Anzahl der hinter einander folgenden Bestandtheile der Elemente entspräche. Die Abweichungen von der Grenzform wären dann auf die von der Temperatur abhängigen räumlichen Dimensionen der Atome bezüglich der Atombahnen zurückzuführen. Indessen stösst jede derartige Hypothese auf unüberwindliche Schwierigkeiten, so lange für die Atomgewichte der Elemente keine allgemein gültigen einfachen Beziehungen bekannt sind.

18. Ueber die Structur von Steinsalz, Sylvin und Flussspath.

Da die Amplitude, also auch die Intensität der von einem Molekül ausgehenden Wellenbewegungen verschieden ist, so muss auch die Stabilität des Gleichgewichtes zwischen den einzelnen Gittern, bezüglich zwischen den Molekülen einer zusammengesetzten Gruppe, verschieden sein. Bei einer rein oktaëdrischen Gruppe (Fig. 42 war eine gemischte Gruppe aus oktaëdrisch und dodekaëdrisch gelagerten Molekülen) bilden die acht einzelnen hexagonalen Gruppen jedesmal einen engeren Verband unter sich, und dementsprechend muss die Verkettung derjenigen Moleküle, welche zu demselben hexagonalen Gitter innerhalb einer regulären Anordnung gehören, eine stabilere sein, als die Verkettung zwischen Molekülen verschiedener hexagonaler Verbände. Giebt es ein hexagonales Mineral, welches einem regulären Minerale in der früher entwickelten Weise nahe steht, so darf man voraussetzen, dass bei letzterem auch die hexagonale Verkettung die stabilere ist und dass der oktaëdrische Typus vorliegt. Steht zu einem anderen regulären Mineral ein tetragonales in näherer Beziehung, so darf man auf einen hexaëdrischen Typus schliessen, und existirt neben einem regulären Mineral ein rhombisches mit dem früher besprochenen Axenverhältnisse, so darf man in dem regulären Gitter eine dodekaëdrische Gruppe vermuthen.

Dementsprechend haben wir bei den dem Jodsilber nahestehenden Mineralien Steinsalz und Sylvin den oktaëdrischen, beim Flussspath den hexaëdrischen Typus des regulären Systems zu vermuthen (vergl. S. 571).

Poisson ging, im Gegensatz zu Vorigem, von der Vorstellung aus, dass die Molekularwirkungen deformirter Krystalle nur von den relativen Entfernungen der Moleküle abhängig sein. Nach W. Voigt sind die Elasticitätsverhältnisse der regulären Krystalle durch die drei Constanten c_{11} , c_{12} , c_{44} bestimmt; nach Poisson sollte $c_{12} = c_{44}$ sein. Die experimentellen Versuche von W. Voigt¹⁾ ergaben nun für

Steinsalz $c_{11} = 4770\,000$, $c_{12} = 4320\,000$, $c_{44} = 4294\,000$

Sylvin $c_{11} = 3750\,000$, $c_{12} = 498\,000$, $c_{44} = 655\,000$

Flussspath $c_{11} = 46700\,000$, $c_{12} = 4570\,000$, $c_{44} = 3450\,000$.

Bei Steinsalz, bei welchem angenähert $c_{12} = c_{44}$, ist also die Abhängigkeit der Molekularwirkung von der Richtung nur gering, bei Flussspath und Sylvin dagegen beträchtlich und zwar im entgegengesetzten Sinne; bei Sylvin ist $c_{44} > c_{12}$, bei Flussspath $c_{12} > c_{44}$.

Es hat dann Fr. Pockels²⁾ ein verschiedenes Verhalten dieser drei Mineralien auch noch in anderer Weise dargethan.

Werden die drei Mineralien comprimirt, so wird beim Steinsalz die Druckrichtung stets Richtung der grössten optischen Elasticitätsaxe, beim Sylvin wird die Druckrichtung Richtung der kleinsten optischen Elasticität, wenn die Druckrichtung parallel zur Würfelnormalen, beim Flussspath wird die Druckrichtung Richtung der kleinsten optischen Elasticität, wenn die Druckrichtung parallel zur Oktaëdernormalen. Wie das Steinsalz verhalten sich die meisten regulären und amorphen Körper, wie Glas u. s. w.; es wird deshalb als das normale Verhalten gelten müssen; Flussspath verhält sich also gegen einen Druck parallel zur Oktaëdernormalen, Sylvin gegen einen Druck parallel zur Würfelnormalen anomal. Ausser diesen beiden regulären Krystallen giebt es noch einige amorphe Körper, welche sich ebenfalls anomal verhalten, d. h. durch Druck optisch positiv werden. Es gehören hierzu stark eingedickte Phosphorsäure, Guttapercha und verschiedene Gummiarten. Es ist neuerdings H. Ambronn³⁾ gelungen, »auf Grund verhältnissmässig einfacher Annahmen wenigstens das anomale Verhalten bei den angeführten amorphen Substanzen physikalisch verständlich zu machen«. »Mit der Kenntniss der numerischen Werthe ist zwar im Allgemeinen ein Ueberblick über das optische Verhalten der Körper gewonnen, aber für die Vorstellungen über ihren molekularen Aufbau lässt sich nichts daraus entnehmen.«

1) Wiedem. Ann. d. Phys. 4888, **35**, 642. Diese Zeitschr. **18**, 653.

2) Wiedem. Ann. d. Phys. 4890, **39**, 440. Diese Zeitschr. **21**, 434.

3) Ber. d. math.-phys. Klasse der königl. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig 4898. Diese Zeitschr. **33**, 404.

»Es lassen sich die anomalen Reactionen in der Phosphorsäure, wie auch bei den Guttaperchalamellen darauf zurückführen, dass der Charakter der bei Deformationen eintretenden Doppelbrechung durch das Vorhandensein an sich schon anisotroper Theilchen, die infolge einseitiger Spannung eine Aenderung ihrer mittleren Lagen erfahren, bedingt wird und von dem optischen Verhalten dieser Theilchen in ganz bestimmter Weise abhängig ist.«

In einer kleinen Mittheilung der phys.-medic. Ges. zu Würzburg¹⁾ habe ich darauf hingewiesen, dass zur Erklärung der Beobachtungen an Krystallen der höheren Systeme im Gegensatze zu der Mallard'schen Theorie angenommen werden müsse, dass einfache Moleküle von geringerer Symmetrie sich zu festen Gruppen vereinigen, d. h. Molekularzwillinge bilden. Den Gedanken, dass die isotropen Krystalle hiernach aus anisotropen Theilen zusammengesetzt seien, hat dann Ambronn in den Berichten der königl. sächs. Gesellschaft d. Wissensch. zu Leipzig²⁾ ebenfalls verwerthet. In seiner bemerkenswerthen Abhandlung schreibt Ambronn: Es »lag nun der Gedanke nahe, dass man auch bei den abweichenden krystallinischen Substanzen, wie Flussspath und Sylvin, auf Grund der Annahme von an sich schon anisotropen Krystallmolekülen eine plausible Vorstellung von dem Zustandekommen ihres optischen Verhaltens gewinnen könnte.« »Es liess sich z. B. für das optische Verhalten des Flussspathes eine Vorstellung bilden, wonach dessen Krystallmoleküle an sich schon als optisch einaxig negativ anzusehen seien, und ihre grösste räumliche Ausdehnung mit der optischen Axe zusammenfalle. Nimmt man weiter an, dass diese Moleküle gewissermassen in Drillingsstellungen, mit ihren Axen parallel zu den drei vierzähligen Symmetrieaxen, den Krystall aufbauen, so lässt sich daraus leicht ableiten, wie bei Comprimirung in verschiedener Richtung ein verschiedener Effect erzielt werden kann.« »In ähnlicher Weise würde sich auch das Verhalten des Sylvins verständlich machen lassen, wenn man bei diesem Mineral Gruppen von sechs Molekülen annimmt, deren Axen parallel zu den sechs zweizähligen Symmetrieaxen liegen.« »Es möge nochmals ausdrücklich betont werden, dass mit diesen Darlegungen, wenigstens soweit sie sich auf die Krystalle beziehen, nichts weiter als die Möglichkeit einer plausiblen Vorstellung über das Zustandekommen jener optischen Reactionen gegeben werden sollte.« »Die Annahme, dass isotrope Körper aus anisotropen Theilchen zusammengesetzt sein können, ist bekanntlich schon mehrfach ausgesprochen und eingehend begründet worden. Ich weise nur auf die Mallard'schen Untersuchungen hin, die sich speciell auf die Erklärung der sogenannten optischen Anomalien von Krystallen, die keiner äusseren Spannung unterworfen sind, beziehen.« »Allerdings sind die Mallard'schen

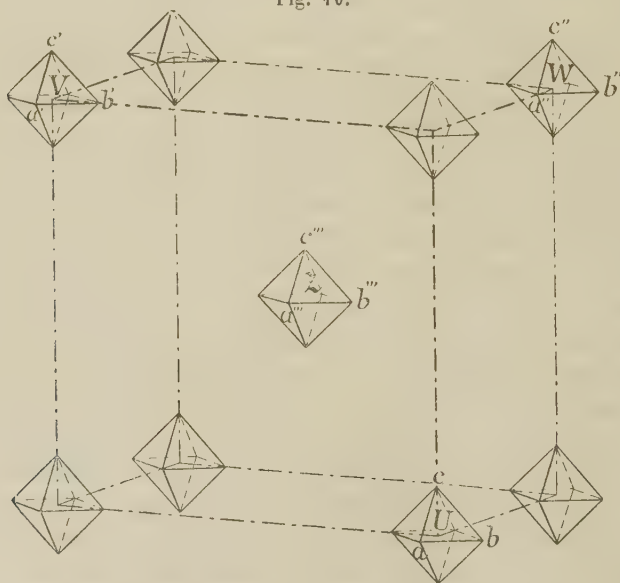
1) Sitzungsber. vom 28. April 1898. Auch diese Zeitschr. 1898, **30**, 325.

2) Ebenda vom 6. Juni 1898.

Hypothesen von verschiedenen Seiten energisch bekämpft worden, und man hat immer wieder die Behauptung aufgestellt, dass „die optischen Anomalien auf Spannungen zurückzuführen seien. Dabei weiss man aber durchaus nicht recht, wie man sich eigentlich solche Spannungen denken soll.“ Im Anschlusse an die sehr werthvollen Beobachtungen Ambronn's möchte ich hervorheben, dass der Kampf gegen die Mallard'sche Hypothese meines Erachtens sich weniger gegen die Annahme richtet, dass ein höher symmetrischer Krystall aus niedriger symmetrischen Molekülen aufgebaut sei, als vielmehr gegen die Art und Weise, wie sich Mallard diesen Aufbau dachte, gegen den »Isomorphismus verschiedener Stellungen desselben Primitivnetzes« (vergl. S. 575), zu dessen Annahme sich Mallard gezwungen sah, weil er die Existenz fester Gruppen von höherer Symmetrie leugnete.

Im Uebrigen bin ich aber mit Ambronn derselben Ansicht, dass dessen Beobachtungen an amorphen Körpern uns auch eine Andeutung für die Erklärung der analogen Erscheinung bei Krystallen geben. Der von Ambronn im Flussspath vermuthete einaxige Krystall ist offenbar die mit dem tetragonalen Sellait $MgFl_2$ isomorphe tetragonale Form des $CaFl_2$, welche allerdings im freien Zustande nicht bekannt ist. Freilich ist dieses tetragonale Mineral nicht optisch positiv. Denken wir uns nun an Stelle der

Fig. 40.



Oktaeder in Fig. 40 lauter kleine Würfel und jedes dieser Würfelchen aus sechs tetragonalen Theilgruppen von optisch positivem Charakter bestehend, so dass die tetragonale Basis den regulären Würfelflächen entspricht. Wird nun ein derartiges System parallel zur trigonalen Axe comprimirt, so hat

die Verkürzung der Druckrichtung eine Drehung einer jeden der sechs Würfflächen und zwar bei allen hexaëdrischen Gruppen zur Folge, so dass die Würfflächen sich der zur Druckrichtung senkrechten Ebene nähern. Dadurch nähern aber die sechs tetragonalen Theilgitter sämmtlich ihre Richtungen kleinster Elasticität mehr der Druckrichtung. Der ganze Krystall wird optisch positiv. Ein Druck senkrecht zu den einzelnen Würfflächen liefert dagegen kein Drehungsmoment für die gegenüber den anderen Verkettungen quasi starren tetragonalen Gitter. Gegenüber einem Druck, der zu den Würfflächen senkrecht wirkt, verhält sich deshalb der Flussspath normal. Wenn aber Drehungen der Moleküle vorkommen, indem der tetragonale Verband nicht wie ein absolut starrer wirkt, dann lässt sich leicht übersehen, dass hierdurch die zur Druckrichtung senkrechten Würfflächen eine Aufbiegung ihrer tetragonalen Ecken erfahren, wodurch die betreffenden Moleküle die Richtung der grössten optischen Elasticität der Druckrichtung nähern. Der optisch negative Charakter wird hierdurch noch vermehrt.

Genau in gleicher Weise erklärt sich das Verhalten des Sylvins. Bei ihm besteht das reguläre Gitter aus oktaëdrischen Gruppen; die acht den Oktaëderflächen entsprechenden hexagonalen Theilgitter können gegenüber den übrigen Verkettungen als quasi starr betrachtet werden. Ein Druck parallel zur Oktaëdernormalen liefert deshalb innerhalb der Moleküle der regulären oktaëdrischen Gruppe kein Drehungsmoment, wohl aber ein Druck parallel der Würfelnormalen. Eine Verkürzung in dieser Druckrichtung nähert sämmtliche Oktaëderflächen mehr der zur Druckrichtung senkrechten Lage. Da nun aber das hexagonale Jodsilber, also auch das im Sylvins zu vermuthende hexagonale Theilgitter optisch positiven Charakter hat, so nähern bei diesem Vorgange alle Theilgitter ihre Richtung der kleinsten optischen Elasticität der Druckrichtung. Der ganze Krystall muss durch diesen Druck optisch positiv werden.

Beim Steinsalz ist, wie aus den Beobachtungen Voigt's hervorgeht, keine Verkettung gegenüber den anderen so bevorzugt, dass in dem Grade, wie bei Flussspath und Sylvins, quasi starre Theilgitter existirten. Darum überwiegt beim Steinsalz für jede Druckrichtung die normale Wirkung, welche die Druckrichtung zur Richtung der grössten optischen Elasticität macht.

Mit dem eben behandelten Verhalten des Flussspathes gegen Druck stehen wohl auch die von F. Becke¹⁾ beschriebenen anomalen Aetzfiguren dieses Minerals in einem ursächlichen Zusammenhang. Oktaëdrische Platten, die aus Flussspathkrystallen hergestellt waren, welche ausschliesslich den Würfel als Krystallform zeigten, liessen eine Dreitheilung erkennen; jeder der

4) Mineral.-petrogr. Mitth. 4890, **11**, 385. Diese Zeitschr. **21**, 485.

drei Sektoren entsprach einer der drei an der betreffenden trigonalen Ecke zusammenstossenden Anwachsipyramiden, deren Basis je eine Würfelfläche war. Die Aetzfiguren waren nicht, der Symmetrie der Oktaëderfläche entsprechend, trisymmetrisch, sondern monosymmetrisch; sie lassen darauf schliessen, dass das Aetzmittel parallel der Axe der Anwachsipyramide, also senkrecht zur Würfelfläche, rascher vordringen kann, als in anderen Richtungen.

Bei oktaëdrischen Platten, die von oktaëdrisch ausgebildeten Krystallen herrührten, traten ähnliche monosymmetrische Figuren an denjenigen Stellen auf, die der Anwachsipyramide über einer benachbarten Oktaëderfläche angehörten. Man ist »zu der Annahme genöthigt, dass hier ein leichteres Eindringen des Lösungsmittels nach der Ebene der Anwachsfläche stattfindet.«

»Solche Schliffe der Spaltflächen, welche den Anwachskegel parallel seiner natürlichen Basis treffen, folgen dem theoretischen Gesetze.«

Ist jede Grenze zwischen zwei Anwachsipyramiden die Grenze von Ergänzungszwillingen, so müssen nach Früherem von dieser Grenze Druck- oder Zugwirkungen ausgehen. Machen wir die erste Annahme, dann herrscht bei den würfelförmig ausgebildeten Krystallen in der Ebene der die Basis einer Anwachsipyramide bildenden Würfelflächen ein grösserer Druck als senkrecht hierzu; in der Richtung der Normalen zur Würfelfläche herrscht also ein mechanischer Zug; diese Richtung erhält daher die kleinste optische Elasticität. Bei den oktaëdrischen Krystallen dagegen herrscht ein ähnlicher Zug in der Richtung der Normalen zur Oktaëderfläche. Diese wird aber nach Obigem hierdurch Richtung der grössten optischen Elasticität. Bei würfelförmig ausgebildeten Flussspathkrystallen hat die Normale zur Würfelfläche dieselbe Bedeutung für die optische Elasticität, wie die Oktaëderfläche selbst bei oktaëdrisch ausgebildeten Krystallen. Genau dasselbe gilt nach Becke für die anomalen Aetzfiguren:

Die von Becke beschriebenen anomalen Aetzfiguren des Flussspathes sind daher auf dieselbe Ursache zurückzuführen, wie die von Pockels beschriebene optische Anomalie gegen Druck, auf die durch Druck hervorgerufene Drehung der Moleküle. Im ersteren Falle ist der Druck ein natürlicher, mit der Zwillingbildung zusammenhängender, im letzteren ein künstlicher.

Auf denjenigen Theilen einer Spaltfläche, welche der Basis der betreffenden Anwachsipyramiden parallel gehen, können keine monosymmetrischen Aetzfiguren auftreten, weil die in die Druck- oder Zugrichtung fallende trigonale Axe dreizählige Symmetrieaxe bleibt, wenn auch alle würfelförmigen Gruppen des regulären Gitters in dieser Richtung durch Druck oder Zug deformirt werden.

F. Becke schrieb bezüglich dieser anomalen Aetzfiguren: »Die Erscheinungen beim anomalen Flusspath von Cornwall sind nun von der Art,

dass sie erklärt werden können durch die Annahme von linearen Störungen des Molekularbaues, welche parallel der Axe des Anwachskegels orientirt sind, und längs welchen das Aetzmittel rascher vordringen kann, als in anderen Richtungen. Diese linearen Störungen (man kann sie sich als Kanäle vorstellen) werden von dem Aetzmittel dem Molekularbau entsprechend ausgedehnt; sie geben Anlass zur Ausbildung von Aetzfiguren.« »Für die oktaëdrischen Krystalle von Andreasberg lautet die Erklärung etwas anders.« »Lineare Kanäle senkrecht zur Anwachsfläche würden eine andere Verzerrung der Aetzfiguren zur Folge haben. Man ist zu der Annahme genöthigt, dass hier ein leichteres Eindringen des Lösungsmittels nach der Ebene der Anwachsflächen stattfindet, dass also Störungen in der Ebene der Oktaëderflächen liegen.«

In dem Bestreben, den von Becke nach vorstehendem Wortlaute nur zur Veranschaulichung benutzten Kanälen eine thatsächliche Existenz zu verleihen, wurde von anderen Autoren der Versuch gemacht, die völlige Klarheit der betreffenden Krystalle vor dem Aetzen dadurch zu erklären, dass man die Kanäle mit einem leichter löslichen festen Material ausgefüllt dachte; eine Annahme, die ebenso wenig Berechtigung hat, als die Annahme der wirklichen Existenz mit Luft erfüllter oder leerer Kanäle.

F. Becke schreibt ferner: »Es scheint somit thatsächlich ein Zusammenhang zwischen den optischen Anomalien und der anomalen Aetzbarkeit zu bestehen: denn

1) stark oder deutlich doppeltbrechende Fluorite zeigen auch anomale Aetzfiguren, sehr schwach doppeltbrechende zeigen keine Anomalien;

2) bei der Feldertheilung der Oktaëderplatten geben beide Untersuchungsmethoden dieselben Feldergrenzen.«

Hieraus folgt, dass beim Flusspath auch die anomale Doppelbrechung auf den von der Zwillingsgrenze herrührenden Druck oder Zug zurückgeführt werden muss, da auch der Flusspath seine scheinbare Holoëdrie der Bildung von Ergänzungszwillingen verdankt, deren Individuen einer niederen Klasse des regulären Systems angehören.

Beim Steinsalz, dessen molekulare Kräfte nach verschiedenen Richtungen eine viel geringere Verschiedenheit erkennen lassen, muss es auch dementsprechend schwieriger sein, durch Aetzfiguren die Zugehörigkeit zu einer niederen Klasse des regulären Systemes nachzuweisen, als beim Sylvin und Flusspath.

XXXI. Auszüge.

1. W. J. Pope und S. J. Peachey (in London): Ueber die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch activer Säuren. — Tetrahydrochinaldin und dessen Derivate (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 1066).

Um eine äusserlich compensirte Base in ihre Bestandtheile zu zerlegen, krystallisiren die Verff. zwei Moleküle der Base mit einem Molekül einer stark activen Säure, welche mit dem einen Isomeren ein schwer lösliches Salz bildet, und einem Molekül einer inactiven Säure, deren Salze leicht löslich sind; z. B. 2 Mol. inactives Tetrahydrochinaldin mit 1 Mol. HCl und 1 Mol. der Dextro- α -bromkamphersulfonsäure von Kipping und Pope. Dabei scheidet sich zuerst das schwer lösliche Salz der Laevo-Base aus der Lösung aus.

Dextro- α -bromkamphersulfonsaures Laevotetrahydrochinaldin
(S. 1068) $C_{10}H_{13}N.C_{10}H_{14}BrO.SO_3H$. Schmelzpunkt 223° — 225° .

Die Krystalle aus heissem Alkohol sind lange, flache Nadeln mit schiefen Endflächen. Auslöschung auf der grossen Fläche parallel. Durch dieselbe Fläche tritt die — Bisectrix eines grossen Axenwinkels fast normal aus. Axenebene parallel der Länge der Nadeln; Dispersion bedeutend, $\rho > \nu$.

Auf einem Objectträger unter einem Deckgläschen geschmolzen bleibt die Substanz nach rascher Abkühlung amorph. Nach mehrmaliger Erhitzung und Abkühlung entstehen in der Nähe des Schmelzpunktes (in der Kälte nur sehr langsam) radiale Nadeln, welche sich quer zerspalten. Sie sind mit den oben erwähnten Krystallen identisch und zeigen oft die gleichen optischen Erscheinungen.

Salzsaures Laevotetrahydrochinaldin (S. 1070).

Salzsaures Dextrotetrahydrochinaldin (S. 1083)



Schmelzpunkt $196,5^{\circ}$ — $197,5^{\circ}$.

Krystalle aus Alkohol (durch Verdunstung).

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,8627 : 1 : 1,4124.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $q\{011\}$,
 $r\{101\}$, $s\{501\}$, $o\{561\}$.

Fig. 1.



	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ao = (100) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	36	$67^0 15' - 67^0 59'$	$*67^0 43'$	—
$o\omega = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	38	$44 \quad 7 - 42 \quad 15$	$*44 \quad 45$	—
$a\omega = (\bar{1}00) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	29	$70 \quad 3 - 71 \quad 0$	$70 \quad 31$	$70^0 32'$
$bo = (010) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	26	$68 \quad 16 - 69 \quad 11$	$68 \quad 44$	$68 \quad 44$
$oo' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	24	$44 \quad 56 - 43 \quad 5$	$42 \quad 28$	$42 \quad 32$
$b\omega = (010) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	24	$67 \quad 44 - 68 \quad 39$	$68 \quad 16$	$68 \quad 18$
$\omega\omega' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	19	$43 \quad 8 - 44 \quad 12$	$43 \quad 31$	$43 \quad 23$
$o\omega = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	8	$117 \quad 4 - 118 \quad 46$	$117 \quad 56$	$117 \quad 52$
$o\omega' = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	11	$61 \quad 24 - 62 \quad 30$	$61 \quad 59$	$62 \quad 8$

Krystalle gewöhnlich nach der c -Axe verlängert. Hemimorphie meist durch ungleiche Entwicklung der Pyramidenflächen angedeutet.

Auf einem Objectträger geschmolzen krystallisiert die Substanz (nur in der Hitze) zu einheitlichen Blättern, zu welchen die $+$ Bisectrix eines ziemlich kleinen Axenwinkels resp. eine $-$ stumpfe Bisectrix fast normal steht. Dispersion bedeutend, $\rho > \nu$.

Bei rascher Abkühlung bleibt die Schicht amorph, bildet jedoch später äusserst langsam ein faseriges Gemenge. Beide Modificationen sind wohl mit den Krystallen aus der Lösung identisch.

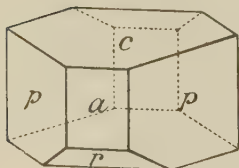
Dextrokampfersulfonsaures Dextrotetrahydrochinaldin (S. 1084)
 $C_{10}H_{13}N, C_{10}H_{15}O, SO_3H$. Schmelzpunkt $128^0 - 129^0$.

Aus Benzol flache, sechsseitige Prismen mit schiefen Endflächen, wahrscheinlich triklin. Eine optische Axe ist durch die grosse Fläche sichtbar; Auslöschung auf derselben Fläche ungefähr parallel.

Dextrokampfersulfonsaures Laevotetrahydrochinaldin (S. 1085)
 $C_{10}H_{13}N, C_{10}H_{15}O, SO_3H$. Schmelzpunkt $137^0 - 138^0$.

Aus Benzol flache Nadeln, am Ende rechtwinkelig mit abgestumpften Ecken. Eine Bisectrix steht normal zur Fläche. Auslöschung parallel.

Racemisches salzsaures Tetrahydrochinaldin (S. 1087)
 $C_{10}H_{13}N, HCl$.



Schmelzpunkt $196^0 - 197,5^0$. Krystalle aus Salzsäure.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,934 : 1 : 0,935;$$

$$\beta = 71^0 46'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $p\{110\}$, $r\{10\bar{1}\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100) : (110)$	34	$40^0 48' - 42^0 \quad 7'$	$*41^0 35'$	—
$pp = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	18	$96 \quad 4 - 97 \quad 52$	$96 \quad 53$	$96^0 50'$
$pp = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	15	$82 \quad 26 - 84 \quad 1$	$83 \quad 19$	$83 \quad 10$
$ac = (100) : (001)$	42	$70 \quad 47 - 72 \quad 12$	$71 \quad 32$	$71 \quad 46$
$cr = (001) : (101)$	34	$53 \quad 42 - 55 \quad 26$	$54 \quad 42$	$54 \quad 9$
$ar = (100) : (10\bar{1})$	38	$53 \quad 6 - 55 \quad 13$	$*54 \quad 5$	—
$cp = (001) : (110)$	44	$75 \quad 19 - 77 \quad 14$	$*76 \quad 28$	—
$cp = (00\bar{1}) : (110)$	14	$102 \quad 54 - 104 \quad 7$	$103 \quad 29$	$103 \quad 32$
$pr = (110) : (10\bar{1})$	8	$63 \quad 0 - 64 \quad 56$	$63 \quad 49$	$63 \quad 58$

Herrschende Form $c\{001\}$; $p\{110\}$ auch gross, $r\{101\}$ sehr schmal.

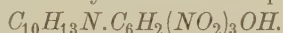
Eine äusserst vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$.

Eine $+$ Bisectrix fast normal zu $c\{001\}$; Axenebene nicht festgestellt.

Krystalle aus Wasser, resp. Alkohol, sind dünne Nadeln oder von rhomboëdrischem Habitus (pseudorhomboëdrisch).

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet die Substanz allmählich einheitliche, radiale Blätter mit fast normal stehender $+$ (stumpfer?) Bisectrix, parallel der Axenebene gestreift.

Racemisches Tetrahydrochinaldinipikrat (S. 1089)



Schmelzpunkt 153^0-154^0 . Krystalle aus absolutem Alkohol.

Krystallsystem: (wahrscheinlich) Triklin.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$ (vorherrschend); $c\{001\}$, $p\{110\}$, $p'\{110\}$.

Annähernde Winkel:

$$\begin{array}{ll} ac = (100):(001) = 74^0 54' & ap = (100):(110) = 32^0 13' \\ cp = (001):(110) & 81 \quad 20 & pp' = (110):(\bar{1}10) & 79 \quad 0 \\ cp' = (001):(\bar{1}10) & 78 \quad 6 & ap' = (\bar{1}00):(\bar{1}10) & 68 \quad 47 \end{array}$$

Eine vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$; die $-$ spitze Bisectrix tritt durch c aus; Axenwinkel gross; Dispersion sehr stark, daher keine Auslöschung durch c im weissen Lichte.

Auslöschung auf $a\{100\}$ etwa parallel zur Kante $[ac]$; Axenebene ungefähr parallel zu $a\{100\}$.

Racemisches Benzoyltetrahydrochinaldin (S. 1089)



Die Krystalle, durch Verdunstung einer Aethylessigätherlösung erhalten (Fig. 5), sind schöne, glänzende monokline Prismen, mit $b\{010\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $c\{001\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $a\{100\}$ (klein oder fehlend).

Krystalle aus Benzol (Fig. 6).

Krystallsystem: Monoklin.

$$\begin{array}{l} a:b:c = 0,6768:1:0,6675; \\ \beta = 81^0 4'. \end{array}$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $o\{111\}$.

Fig. 5.

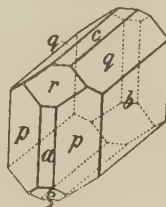


Fig. 6.



	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100):(110)$	7	$33^0 16' - 34^0 9'$	$33^0 42'$	$33^0 46'$
$bp = (010):(110)$	42	$56 \quad 0 - 56 \quad 39$	$56 \quad 17$	$56 \quad 14$
$pp = (110):(\bar{1}10)$	35	$67 \quad 7 - 67 \quad 54$	$67 \quad 29$	$67 \quad 31$
$eq = (001):(011)$	48	$33 \quad 15 - 33 \quad 34$	* $33 \quad 24$	—
$bq = (010):(011)$	17	$56 \quad 1 - 56 \quad 59$	$56 \quad 27$	$56 \quad 36$
$qq = (011):(\bar{0}11)$	34	$66 \quad 17 - 67 \quad 20$	$66 \quad 51$	$66 \quad 48$
$qr = (011):(101)$	25	$49 \quad 57 - 50 \quad 45$	$50 \quad 19$	$50 \quad 23$
$pq' = (110):(01\bar{1})$	22	$78 \quad 16 - 79 \quad 0$	$78 \quad 38$	$78 \quad 34$
$pr = (110):(101)$	51	$50 \quad 38 - 51 \quad 32$	* $51 \quad 3$	—

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$pq = (110):(10\bar{1})$	12	$57^0 0' - 58^0 2'$	$57^0 33'$	$57^0 38'$
$pq = (110):(011)$	16	$65 3 - 65 55$	$65 37$	$65 34$
$qq = (011):(\bar{1}01)$	7	$56 22 - 57 6$	$56 49$	$56 48$
$ar = (100):(101)$	9	$40 12 - 41 1$	$40 41$	$40 52$
$cr = (001):(101)$	52	$39 29 - 40 56$	$*40 12$	—
$cq = (001):(\bar{1}01)$	4	$48 44 - 49 12$	$48 56$	$49 0$
$aq = (100):(10\bar{1})$	6	$49 36 - 50 14$	$49 57$	$49 55$
$aq = (100):(011)$	14	$82 19 - 82 54$	$82 36$	$82 33$
$qo = (011):(\bar{1}11)$	24	$44 58 - 42 55$	$42 24$	$42 26$
$ao = (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	8	$54 47 - 55 10$	$54 59$	$55 1$
$co = (001):(\bar{1}11)$	19	$53 42 - 54 32$	$54 10$	$54 15$
$op = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	19	$42 54 - 43 39$	$43 14$	$43 10$
$cp = (001):(110)$	26	$82 4 - 83 6$	$82 33$	$82 35$
$qo = (\bar{1}01):(\bar{1}11)$	4	$26 55 - 27 30$	$27 14$	$27 3$
$oo = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	12	$53 29 - 54 26$	$53 58$	$54 7$
$bo = (010):(\bar{1}11)$	15	$62 18 - 63 25$	$62 55$	$62 57$

Herrschende Form $p\{110\}$, $a\{100\}$ und $b\{010\}$ klein oder fehlend.

Krystalle oft unvollkommen entwickelt, begrenzt von $c(00\bar{1})$, $p\{110\}$, $o(\bar{1}11)$, $(\bar{1}\bar{1}1)$. Nicht pyroelektrisch.

Auslöschung auf $b\{010\}$ und $p\{110\}$ ungefähr parallel zur Kante $[ap]$; eine Bisectrix ungefähr normal zu $a\{100\}$, die andere durch eine Platte senkrecht zu $[001]$ sichtbar. Doppelbrechung —; Axenwinkel gross. Axenebene parallel zu $b\{010\}$. Dispersion gering, $\varrho < v$.

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet die Substanz nach mehrmaligem Erhitzen und Abkühlen radiaifaserige Aggregate. Die Fasern löschen fast parallel aus und zeigen meist eine fast normal stehende + stumpfe Bisectrix (gelegentlich die spitze) mit der Axenebene parallel zur Längsrichtung und mit grossem Axenwinkel. Dispersion gering. Die geschmolzene Substanz ist identisch mit den Krystallen aus der Benzollösung.

Spec. Gew. der Krystalle $d\left(\frac{14,5^0}{40}\right) = 1,2375$.

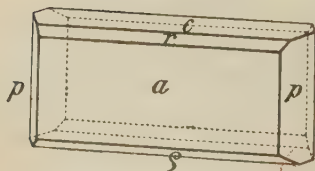
Ref.: H. L. Bowman.

2. W. J. Pope und E. M. Rich (in London): Ueber die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch activer Säuren. Tetrahydroparatoluchinaldin und dessen Derivate (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 1093).

Dextro- α -bromkamphersulfonsaures Laevotetrahydroparatoluchinaldin (S. 1094)

$C_{11}H_{15}N.C_{10}H_{14}BrO.SO_3H$. Schmelzpunkt $195^0 - 196^0$.

Fig. 4.



Krystalle durch Verdunstung einer Lösung in gemischtem Aethylessigäther und Alkohol.

Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 2,1766:1:1,2556$;

$\beta = 78^0 58'$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $p\{110\}$, $r\{101\}$, $q\{101\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ar = (100):(101)$	36	$51^0 4' - 52^0 59'$	$*51^0 57'$	—
$cr = (001):(101)$	38	$26 11 - 27 43$	$*27 1$	—
$a\bar{q} = (100):(10\bar{1})$	19	$67 58 - 69 2$	$68 34$	$68^0 34'$
$c\bar{q} = (001):(\bar{1}01)$	14	$31 44 - 33 7$	$32 23$	$32 28$
$ap = (100):(110)$	42	$64 6 - 65 58$	$*64 55$	—
$pp = (110):(\bar{1}10)$	20	$49 24 - 50 45$	$50 7$	$50 10$
$pr = (110):(101)$	9	$74 23 - 75 34$	$74 58$	$74 51$
$pc = (110):(001)$	15	$84 58 - 86 2$	$85 26$	$85 21$
$p\bar{q} = (110):(\bar{1}0\bar{1})$	11	$80 26 - 81 34$	$80 57$	$81 5$

Grosse, farblose Prismen mit herrschendem $a\{100\}$; $r\{101\}$ und $q\{101\}$ sind nur schmal.

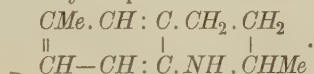
Vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$; Flächen von $a\{100\}$ gestreift parallel zur Kante $[ac]$.

Optische Axenebene parallel der Symmetrieebene; eine Axe fast senkrecht zur Spaltungsfläche $c\{001\}$; die zweite Axe tritt durch $a\{100\}$ schief aus. Die durch $a\{100\}$ austretende (stumpfe) Bisectrix ist +; Dispersion gering.

Auf einem Objectträger unter einem Deckgläschen geschmolzen bildet die Substanz nach mehrmaligem Erhitzen und Abkühlen lange, flache, gestreifte Nadeln, welche zuweilen eine fast normal austretende — spitze Bisectrix aufweisen, gewöhnlich aber nur eine Axe und die + stumpfe Bisectrix. Die Axenebene liegt quer. Die Nadeln sind also mit den Krystallen aus der Lösung identisch.

Laevotetrahydroparatoluchinaldin (S. 1095).

Dextrotetrahydroparatoluchinaldin (S. 1101)



Schmelzpunkt $52^0 - 53^0$. Krystalle aus Ligroin (Siedepunkt $25^0 - 40^0$) durch Verdunstung.

Fig. 2.

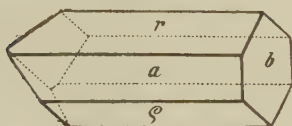
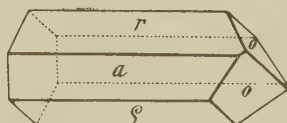


Fig. 3.



Krystallsystem: Monoklin, hemimorph.

$$a : b : c = 3,2742 : 1 : 1,4339; \beta = 86^0 2'.$$

Beobachtete Formen:

(Laevo-) $a\{100\}$, $r\{101\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $b\{010\}$, $o'\{11\bar{1}\}$ s. Fig. 2.

(Dextro-) $a\{100\}$, $r\{101\}$, $q\{10\bar{1}\}$, $b'\{0\bar{1}0\}$, $o\{11\bar{1}\}$ s. Fig. 3.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ar = (100):(101)$	37	$62^0 44' - 63^0 38'$	$*63^0 3'$	—
$a\bar{q} = (100):(10\bar{1})$	28	$69 21 - 70 2$	$69 43$	$69^0 43'$
$r\bar{q} = (101):(\bar{1}01)$	35	$46 49 - 47 36$	$*47 14$	—
$ao = (100):(11\bar{1})$	16	$71 36 - 72 42$	$78 9$	$78 4$
$or = (\bar{1}11):(101)$	32	$65 56 - 66 42$	$*66 6$	—
$o\bar{q} = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	14	$52 58 - 53 36$	$53 16$	$53 22$



	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$oo = (\bar{1}11) : (11\bar{1})$	16	$72^{\circ}58' - 73^{\circ}49'$	$73^{\circ}24'$	$73^{\circ}16'$
$br = (010) : (101)$	12	$89\ 45 - 90\ 21$	90 3	90 0
$ab = (100) : (010)$	15	$89\ 40 - 90\ 17$	90 4	90 0

Herrschende Formen: $a\{100\}$, $r\{101\}$, $\rho\{10\bar{1}\}$; $b\{010\}$ meist sehr uneben oder fehlend. Krystalle mehrere Centimeter lang, glänzend.

Optische Axenebene die Symmetrieebene. Eine Axe tritt durch $a\{100\}$ aus; Axenwinkel gross; Dispersion gering; Doppelbrechung —, ziemlich stark.

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet die Base leicht radiale Nadeln mit paralleler Auslöschung. Optische Axenebene quer zur Längsrichtung; + stumpfe Bisectrix sichtbar. Das Material ist identisch mit den Krystallen aus Lignöin.

Salzsaures Laevotetrahydroparatoluchinaldin (S. 1098).

Salzsaures Dextrotetrahydroparatoluchinaldin (S. 1101)



Fig. 4.

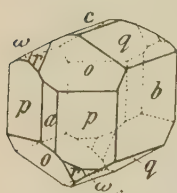
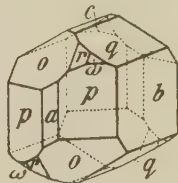


Fig. 5.



Die Krystalle werden wasserfrei bei 100° , und schmelzen bei $194^{\circ} - 196^{\circ}$.

Krystalle aus kalter Salzsäure.

Krystallsystem: Rhombisch, bisphenoidisch.

$$a : b : c = 0,8165 : 1 : 0,5703.$$

Beobachtete Formen:

(Laevo-) $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $o\{111\}$, $\omega\{1\bar{1}1\}$. S. Fig. 4.

(Dextro-) $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $o\{1\bar{1}1\}$, $\omega\{111\}$. S. Fig. 5.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100) : (110)$	26	$38^{\circ}42' - 39^{\circ}40'$	$39^{\circ}13'$	$39^{\circ}14'$
$bp = (010) : (110)$	45	$50\ 17 - 51\ 14$	*50 46	—
$pp = (110) : (1\bar{1}0)$	20	$78\ 0 - 78\ 56$	78 27	78 28
$bq = (010) : (011)$	39	$59\ 49 - 60\ 41$	60 15	60 18
$eq = (001) : (011)$	15	$29\ 17 - 30\ 5$	29 43	29 42
$qq = (011) : (0\bar{1}1)$	32	$58\ 44 - 59\ 47$	59 20	59 23
$ac = (100) : (001)$	13	$89\ 47 - 90\ 15$	90 0	90 0
$co = (001) : (111)$	27	$41\ 39 - 42\ 30$	42 3	42 2
$po = (110) : (111)$	18	$47\ 25 - 48\ 12$	47 56	47 58
$po = (110) : (1\bar{1}1)$	10	$131\ 49 - 132\ 16$	132 1	132 2
$oo = (111) : (1\bar{1}1)$	39	$83\ 42 - 84\ 29$	84 6	84 5
$ao = (100) : (111)$	36	$58\ 27 - 59\ 0$	58 45	58 45
$oq = (111) : (011)$	34	$30\ 58 - 31\ 33$	31 15	31 15
$ow = (111) : (1\bar{1}1)$	14	$62\ 7 - 62\ 51$	62 29	62 29
$bo = (010) : (111)$	48	$64\ 32 - 65\ 12$	*64 56 $\frac{1}{2}$	—
$ow = (111) : (1\bar{1}1)$	35	$49\ 44 - 50\ 21$	50 6	50 7
$b\omega = (010) : (1\bar{1}1)$	18	$114\ 38 - 115\ 39$	115 4	115 3
$or = (111) : (101)$	24	$24\ 40 - 25\ 27$	25 4	25 3
$ar = (100) : (101)$	32	$54\ 51 - 55\ 19$	55 6	55 4

Grosse, sehr glänzende Krystalle, mit herrschendem $b\{010\}$; $p\{110\}$, $q\{011\}$, $o\{111\}$ (resp. $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$) sind gross, $\omega\{1\bar{1}1\}$ (resp. $\{111\}$) und $a\{100\}$ dagegen stets klein.

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet das wasserfreie Salz in der Hitze lange einheitliche Blätter, welche verlängerte birnenförmige Hohlräume enthalten, von denen aus sich bei der Abkühlung viele Sprünge entwickeln. Auslöschung nach der Längsrichtung. Eine \perp stumpfe Bisectrix meist normal zu den Blättern, optische Axen nicht im Gesichtsfelde. Nach rascher Abkühlung entsteht sehr langsam bei der Zimmertemperatur ein feinkörniges Gemenge.

Aeusserlich compensirtes Tetrahydroparatoluchinaldin (S. 1102)

$C_{11}H_{15}N$. Schmelzpunkt 31° — 32° .

Auf einem Objectträger geschmolzen bildet die Base leicht sechsstellige monokline Blätter parallel $a\{100\}$, begrenzt von $c\{001\}$ und $q\{011\}$.

Kantenwinkel $(011) : (0\bar{1}\bar{1}) =$ etwa 112° . Optische Axenebene die Symmetrieebene; \perp Bisectrix und eine Axe sichtbar durch $a\{100\}$.

Also ähnlich den activen Basen, daher wahrscheinlich entweder pseudo-racemisch oder ein blosses Gemisch.

Racemisches salzsaures Tetrahydroparatoluchinaldin (S. 1102)

$C_{11}H_{15}N, HCl$. Schmelzpunkt 180° — 183° .

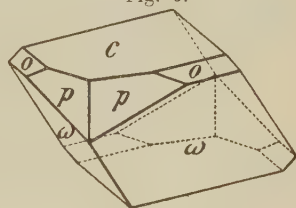
Krystalle aus kalter, verdünnter Salzsäure.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,4140 : 1 : 1,0601;$$

$$\beta = 84^{\circ} 5'.$$

Fig. 6.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $p\{210\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$co = (001) : (111)$	26	$48^{\circ} 45' - 50^{\circ} 1'$	$49^{\circ} 24'$	$48^{\circ} 58'$
$ow = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	29	$74 57 - 76 14$	$75 48$	$75 36$
$c\omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	48	$54 46 - 56 0$	$*55 26$	—
$pp = (210) : (2\bar{1}0)$	38	$69 27 - 70 12$	$*69 52$	—
$cp = (001) : (210)$	44	$82 16 - 83 27$	$*82 42$	—
$c\bar{p} = (00\bar{1}) : (210)$	36	$96 45 - 98 5$	$97 29$	$97 18$
$p\omega = (210) : (1\bar{1}\bar{1})$	8	$44 56 - 45 59$	$45 23$	$45 44$
$oo = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	16	$75 38 - 77 42$	$76 34$	$76 2$
$\omega\omega = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	19	$83 45 - 87 17$	$84 36$	$84 30$
$\omega\bar{\omega} = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (1\bar{1}\bar{1})$	14	$94 37 - 96 1$	$95 27$	$95 30$

Grosse, farblose Prismen mit calcitähnlichem Glanze.

Herrschende Form: $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$; $c\{001\}$ ist ebenfalls gross.

Auslöschungswinkel auf $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$ etwa 10° gegen die Kante $[c\omega]$ geneigt.

Vollkommene Spaltbarkeit nach $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$; Spaltungsplatten zeigen eine — Bisectrix und eine optische Axe, daher ist die Axenebene in der Symmetrieebene.

Auf einem Objectträger geschmolzen krystallisirt diese Verbindung leichter bei Zimmertemperatur, als die activen Isomeren; in der Hitze bildet sie ganz leicht radiale Nadeln, welche unregelmässige Hohlräume einschliessen. Optische Eigenschaften wie bei den obigen Spaltungsplatten. Der Körper erstarrt also racemisch aus dem Schmelzflusse.

Racemisches Benzoyltetrahydroparatoluchinaldin (S. 1104)

$C_{11}H_{14}N.CO.C_6H_5$. Schmelzpunkt 103° — 105° .

Krystalle aus kaltem Aceton.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = ?; \beta = 84^{\circ} 11'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100) : (001)$	24	$82^{\circ} 17' - 86^{\circ} 20'$	$84^{\circ} 11'$	—
$ab = (100) : (010)$	10	$88^{\circ} 29' - 91^{\circ} 55'$	$89^{\circ} 48'$	$90^{\circ} 0'$
$bc = (010) : (001)$	21	$88^{\circ} 40' - 91^{\circ} 16'$	$89^{\circ} 57'$	$90^{\circ} 0'$

Grosse, farblose Prismen. Herrschende Form $b\{010\}$; kleinste $c\{001\}$.

Vollkommene Spaltbarkeit nach $a\{100\}$.

Auslöschungswinkel auf $b\{010\}$ etwa 15° gegen die Kante $[ab]$.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; spitze Bisectrix durch $c\{001\}$ austretend. Axenwinkel ziemlich gross; $\varrho < \nu$.

Ref.: H. L. Bowman.

3. W. J. Pope und A. W. Harvey (in London): Homogenität des dextro-kampfersulfonsauren Dextrolaevo- α -phenäthylamin (Journ. Chem. Soc. 1899, 75, 1110—1111).

$C_6H_5.CH(CH_3).NH_2$, $C_{10}H_{15}O.SO_3H$. Schmelzpunkt 141° — 143° .

Die Krystalle aus Aceton sind rechteckige Tafeln mit abgestumpften Ecken; sie zeigen gerade Auslöschung und eine spitze positive Bisectrix senkrecht zur Tafelfläche mit grossem Axenwinkel.

Ref.: H. A. Miers.

4. E. Cumenge (in Paris): Ueber ein neues Mineral, Von Diestit (Bull. soc. fr. min. 1899, 22, 31—32).

Das durch von Diest entdeckte Mineral findet sich mit Kupfererzen und goldhaltigem Pyrit auf den Gruben Hamilton und Little Gerald in der Sierra Blanca, Colorado. Die Analyse von Knight ergab:

<i>Ag</i>	40,25
<i>Bi</i>	16,31
<i>Te</i>	34,60
<i>Au</i>	4,30
<i>Pb</i>	2,25
<i>S</i>	0,54
Unlös. Rückstand	0,54
	98,79

Ref.: P. Groth.

5. P. Termier (in Paris): Ueber die chemische Zusammensetzung und die optischen Eigenschaften des Leverrierit (Ebenda 27—31).

An Stelle der früheren, wenig genauen Bestimmungen dieses Minerals (diese Zeitschr. 21, 286) giebt der Verf. die Resultate einer erneuten sorgfältigen Untersuchung.

Die neuen Analysen wurden mit einer sehr schönen Varietät ausgeführt, welche mit Thon, kohligen Substanzen und Quarzkörnchen eine thonige Ader in der Kohle des Schachtes Fontannes der Gruben von Rochebelle (Gard) bildet. Die durch Schlämmen von dem Thon und der Kohle befreite Substanz wurde vom Quarz durch Methylenjodid und Benzol getrennt und lieferte, bei 110° getrocknet, im Mittel folgende Werthe:

		Berechnet:
SiO_2	49,90	50,00
Al_2O_3	37,02	42,50
Fe_2O_3	3,65	—
MgO	0,30	—
CaO	Spur	—
K_2O	1,13	—
Glühverlust	8,65	7,50
	100,65	

Der Glühverlust besteht, ausser Wasser, zu einem sehr kleinen Theile aus organischer Substanz; die Krystalle werden bei 500° weiss. Die berechneten Zahlen entsprechen der Formel $SiO_4Al(H, \kappa)$, d. h. der eines Muscovit mit sehr geringem Kaligehalt. Damit würden auch die früher angegebenen Eigenschaften und besonders die unzweifelhafte pseudohexagonale Form der Krystalle übereinstimmen. Der l. c. angeführte Prismenwinkel ist sicher ungenau, ebenso das spec. Gew., welches jetzt an isolirten Krystallen im Mittel zu 2,598 gefunden wurde. Der Winkel der optischen Axen schwankt von Null bis 50°, oft in demselben Krystalle; am häufigsten ist anscheinende Einaxigkeit; die Doppelbrechung ist stets negativ. An der sehr schönen Varietät vom Quartier-Gaillard (Saint-Étienne) fand Wallerant nach seiner Methode:

$$\begin{array}{l} n_g \text{ (fast genau } = n_m) = 1,582 \\ n_p \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1,554 \end{array}$$

Directe Bestimmungen der Doppelbrechung an verschiedenen Vorkommen ergaben dem Verf. zwar schwankende Werthe, welche jedoch stets zwischen 0,02 und 0,03 lagen.

Ref.: P. Groth.

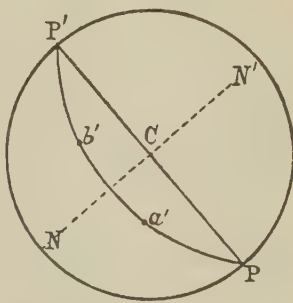
6. F. Stöber (in Gent): Ueber eine Methode zur Zeichnung der Krystalle (Bull. soc. fr. min. 1899, 22, 42—60).

Der Verf. giebt im Folgenden eine Zeichnungsmethode, welche von der stereographischen Projection ausgeht. Es sind zwei Fälle in's Auge zu fassen, je nachdem

- I. die Zeichnungsebene und die Ebene der stereographischen Projection zusammenfallen;
- II. die Zeichnungsebene gegen die Ebene der stereographischen Projection geneigt ist (die projecirenden Strahlen sollen auf der Zeichnungsebene senkrecht stehen).

I. Die Zeichnungsebene fällt mit der Ebene der stereographischen Projection zusammen (orthogonale Projection). Es sei a' und b' die stereographische Projection zweier Krystallflächen a und b auf eine Ebene C ; $Pa'b'P'$ sei die stereographische Projection der Zone ab auf dieselbe

Fig. 4.



Ebene. Dann giebt die Gerade NN' , senkrecht zum Durchmesser PP' , die Orthogonalprojection der Axe der Zone ab auf die Ebene C , oder NN' giebt die Orthogonalprojection der Richtung der Kante, gebildet von a und b . Damit haben wir eine einfache Regel, um die Orthogonalprojection eines Krystalles auf eine bestimmte Ebene zu construiren, wenn man die stereographische Projection auf dieselbe Ebene kennt.

Beispiel: Fig. 2 stellt die stereographische Projection eines Epidotkrystalles auf die Fläche $\{010\}$ dar; $T\{100\}$, $M\{001\}$, $r\{10\bar{2}\}$, $i\{10\bar{1}\}$, $z\{110\}$, $k\{012\}$, $o\{011\}$, $v\{112\}$, $n\{11\bar{1}\}$, $y\{21\bar{1}\}$.

Fig. 2.

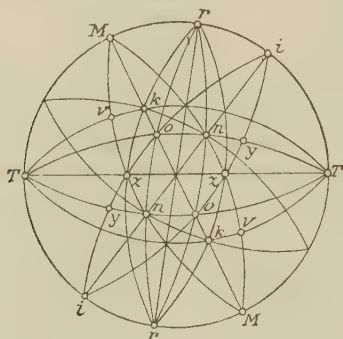
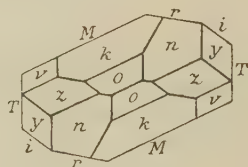


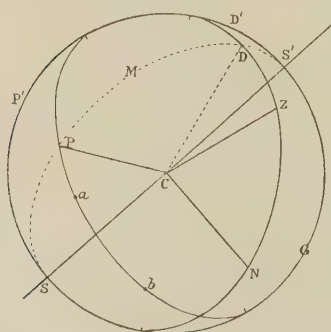
Fig. 3.



Wenn man die vorausgehenden Betrachtungen anwendet und die natürliche Entwicklung der verschiedenen Flächen berücksichtigt, so construirt man leicht die Orthogonalprojection des Krystalles auf $\{010\}$ (Fig. 3).

Anmerkung. Wenn wir Fig. 3 um eine Gerade, die senkrecht auf der Ebene des Papiers steht, um 90° drehen, so werden die Kanten den verschiedenen Durchmessern parallel, welche die Punkte verbinden, in denen die Zonenkreise den Grundkreis treffen. Hieraus folgt, dass man diese Durchmesser direct als Gerade nehmen kann, welche die Richtungen der Projection der Kanten angeben. Man braucht dann die gezeichnete Figur nur um 90° zu drehen.

Fig. 4.



die Zeichnungsebene in CD ; CD ist also Orthogonalprojection von CZ auf die Zeichnungsebene SMS' .

II. Die Zeichnungsebene ist gegen die Ebene der stereographischen Projection geneigt. a und b (Fig. 4) seien zwei Flächenpole, welche auf der Kugel liegen; die Zeichnungsebene schneide diese Kugel in dem grössten Kreise SMS' , die Ebene der stereographischen Projection in SGS' . Der grösste Kreis durch a und b (Zonenkreis) schneidet den grössten Kreis SMS' in einem Punkte P . C ist der Mittelpunkt der Kugel; $CN \perp$ zur Zeichnungsebene SMS' ; $CZ \perp$ zur Ebene des Zonenkreises durch a und b (CZ Axe der Zone ab und folglich parallel der von a und b gebildeten Kante). Die Ebene CNZ schneidet

Es ist $CD \perp CP$; denn: CD liegt in der Ebene CNZ ; diese Ebene $CNZ \perp CP$, weil CZ und $CN \perp CP$ stehen.

Wenn wir also P kennen, so finden wir D sehr leicht, 90° von P entfernt. DC giebt die Projection der Kante, gebildet von a und b . Da wir auf der Ebene SMS' nicht zeichnen können, so nehmen wir an, dass die Zeichnungsebene SMS' um SS' gedreht werde, bis sie mit der Ebene der stereographischen Projection zusammenfällt; P und D beschreiben dabei Kreise, deren Ebenen auf SS' senkrecht stehen, und deren Schnittpunkte mit dem grössten Kreise SGS' sind P' bzw. D' . CD' wird dann die Projection der Zonenaxe CZ darstellen; sie ist mithin parallel der von a und b gebildeten Kante.

In Fig. 5 ist SMS' die stereographische Projection des grössten Kreises SMS' (von Fig. 4). P ist der Schnittpunkt des Zonenkreises ab mit SMS' . N ist der Pol von SMS' . Den Punkt P' finden wir als Schnittpunkt von NP mit dem Grundkreise SGS' . D' liegt in einer Entfernung von 90° von P' auf der Peripherie dieses Grundkreises SGS' . $D'C$ giebt uns dann die Projection der Kante $a:b$ auf die Zeichnungsebene, welche durch den Kreisbogen SMS' dargestellt wird.

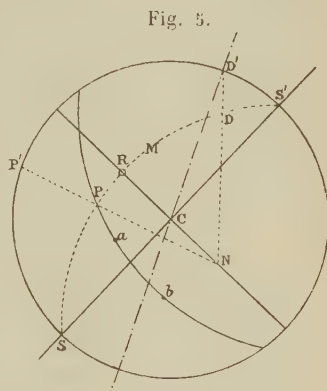


Fig. 5.

Zur Lösung der Aufgabe: Man soll die Projection der Kante, in welcher sich die Flächen a und b schneiden, auf die Zeichnungsebene construiren, wenn die stereographische Projection des Krystalles auf eine beliebige Ebene und die stereographische Projection des grössten Kreises SMS' gegeben ist, in welchem die Zeichnungsebene die Kugel schneidet, ergibt sich mithin folgende Regel: Man construire den Zonenkreis durch a und b ; derselbe schneidet den grössten Kreis SMS' im Punkte P ; man verbinde P mit dem Pole N von SMS' durch eine Gerade, welche den Grundkreis im Punkte P' trifft. Von P' aus trage man auf der Peripherie des Grundkreises ein Bogenstück ab, das einem Centriwinkel $= 90^\circ$ entspricht; auf diese Weise erhält man D' ; die Verbindungslinie von D' mit dem Centrum C giebt die Richtung der Projection der Kante $a:b$.

Beispiel: Fig. 6 auf folg. Seite stellt die stereographische Projection eines Axinitkrystalles auf die Fläche $l = \{100\}$ dar. Die projecirten Formen sind folgende: $l\{100\}$, $P\{1\bar{1}0\}$, $u\{110\}$, $v\{010\}$, $s\{201\}$, $r\{111\}$, $x\{111\}$.

Wenn man obige Regel befolgt, so wird man leicht die Projection der verschiedenen Kanten finden, welche man nur parallel zu sich selbst zu verschieben braucht, um eine perspective Zeichnung des Krystalles zu erhalten.

Die Anmerkung S. 622 findet hier sinngemässe Anwendung.

Wahl der Zeichnungsebene. 4) Die Zeichnungsebene muss so gewählt werden, dass die stereographische Projection des grössten Kreises, nach welchem diese Ebene die Kugel schneidet, weder durch die Projection eines Flächenpoles geht, noch in der Nähe eines solchen verläuft. Solche Flächen würden entweder als Gerade oder doch sehr verkürzt erscheinen.

2) Dieser grösste Kreis soll auch nicht durch den Schnittpunkt zweier Zonenkreise gehen; ebensowenig soll er in directer Nähe eines solchen Schnittpunktes verlaufen; denn die Axen der Zonen, welche sich in diesem Punkte schneiden, würden sich als parallele oder als beinahe parallele Gerade projiciren.

Fig. 6.

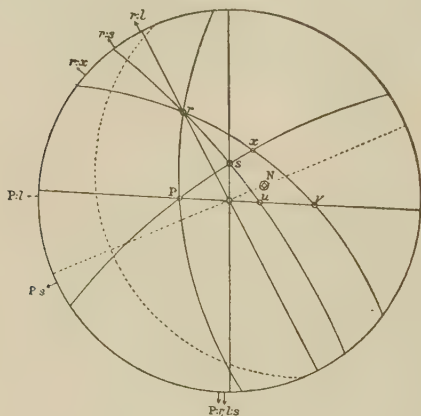
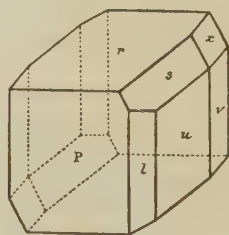


Fig. 7.



Wenn die Zeichnungsebene nur diesen beiden Bedingungen genügt, kann sie sonst beliebig sein. Die Lage der Zeichnungsebene bezüglich der Ebene der stereographischen Projection kann man festlegen, indem man die sphärischen Coordinaten des Punktes *R* (Fig. 5) giebt, in welchem die Gerade *CN* den Kreisbogen, der die Zeichnungsebene darstellt, trifft. Folgende Tabelle giebt diese Coordinaten für vier der für Krystalzeichnungen gebräuchlichsten Ebenen¹⁾:

- | | | |
|------|--|---------------------------|
| I. | $\left\{ \begin{array}{l} A_I : \mu = 198^{\circ} 27'; \quad \nu = 70^{\circ} 32' \\ C_I : \mu = 108 \ 32,5; \quad \nu = 6 \ 3,5 \end{array} \right\}$ | Naumann, Groth, von Lang. |
| II. | $\left\{ \begin{array}{l} A_{II} : \mu = 200 \ 34; \quad \nu = 70 \ 16 \\ C_{II} : \mu = 108 \ 34; \quad \nu = 6 \ 46 \end{array} \right\}$ | Mohs. |
| III. | $\left\{ \begin{array}{l} A_{III} : \mu = 205 \ 51; \quad \nu = 66 \ 8,5 \\ C_{III} : \mu = 110 \ 0; \quad \nu = 9 \ 24,5 \end{array} \right\}$ | v. Fedorow. |
| IV. | $\left\{ \begin{array}{l} A_{IV} : \mu = 223 \ 25; \quad \nu = 71 \ 4 \\ C_{IV} : \mu = 103 \ 59,5; \quad \nu = 12 \ 53,5 \end{array} \right\}$ | Weisbach. |

Die Ebenen I, III, IV sind in Fig. 8 gezeichnet.

Der Anblick der Projectionen, welche diese Ebenen darstellen, hängt natürlich von der Ebene der stereographischen Projection ab. Wir haben zwei Fälle unterschieden:

1) Die Ebene der stereographischen Projection ist parallel zur Ebene, welche die verticale und die nach vorn gerichtete krystallographische Axe bilden (Kreise *A*, Fig. 8).

¹⁾ Die Coordinate μ giebt den Winkel an, welchen die Vectorstrahlen *CR* mit der Geraden *X* bilden (in einem Sinne, entgegengesetzt der Bewegung des Uhrzeigers) (Fig. 8). ν giebt die Winkelentfernung zwischen *C* und den verschiedenen Punkten *R* (Fig. 5).

der stereographischen Projection zusammenfallen zu lassen, selbst wenn diese Ebene eine Axenebene ist.

Zwillingskrystalle. Die auf S. 623 gegebene Regel ist allgemein: ein Zwillingskrystall wird ebenso wie ein einfacher gezeichnet, wie die Zwillingssebene auch immer orientirt sein mag. Die stereographische Projection eines Zwillings wird, wie gewöhnlich, auf Grund goniometrischer Messungen entworfen; man erhält den Pol der Zwillingssebene, wenn man die Pole der Flächen des einen Individuums mit den Polen der entsprechenden Flächen des anderen durch Zonenkreise verbindet; diese Pole schneiden sich in dem gesuchten Pole der Zwillingssebene. Wenn die stereographische Projection eines Individuums und der Zwillingssebene gegeben ist, so findet man die stereographische Projection des anderen Individuums, indem man durch Zonenkreise die Projectionen der Pole des ersten Individuums mit der Projection Z des Poles der Zwillingssebene verbindet und dann auf diesen Kreisen die Punkte so abträgt, dass ihre Winkelentfernung von der Projection des ersten Individuums im Punkte Z halbirt wird.

Beispiel: Man soll das Bild eines Stauroliths zeichnen; Zwillingssebene sei $(2\bar{3}2)$; die beiden Individuen sind begrenzt durch die Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$.

Fig. 44.

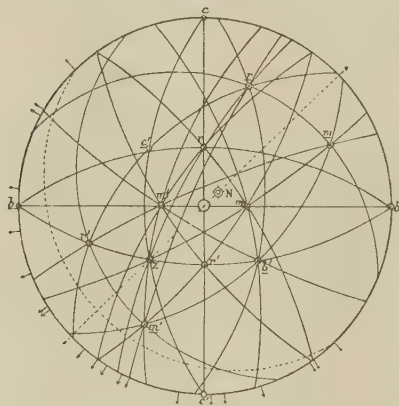
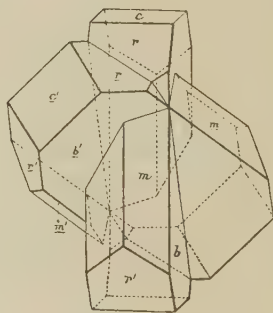


Fig. 42.



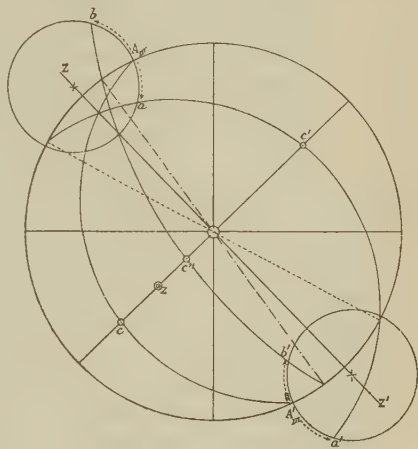
Wenn man die stereographische Projection auf (100) zu Grunde legt (Fig. 44), so löst man das Problem leicht (Fig. 42): Die Zeichnungsebene ist durch den gestrichelten Kreisbogen dargestellt; der Pol dieser Ebene ist N .

Manchmal ist es wünschenswerth, dass die Zeichnungsebene so orientirt sei, dass die Zwillingssebene in der Figur eine besondere Lage einnimmt. In diesen Fällen kann man folgendermassen vorgehen: Man nimmt an, dass der Kreisbogen, der die Zeichnungsebene darstellt, fest bleibt, die stereographische Projection dagegen um einen Durchmesser des Grundkreises gedreht wird, bis der Pol L der Zwillingssebene sich an dem Punkte befindet, der die besondere Lage darstellt, den die Zwillingssebene in der Figur einnehmen soll. Dann führen wir die Projection in ihre ursprüngliche Lage zurück, aber indem wir dieses Mal den Kreisbogen der Zeichnungsebene die Rotationsbewegung mitmachen lassen. Die Lage, welche dieser Bogen am Ende der zweiten Rotation einnimmt, ist jene, welche nothwendig ist, damit die Zwillingssebene in der Figur die gewünschte Lage erhält.

Beispiele: 1) Der Zwilling in Fig. 12 soll in einer derartigen Stellung gezeichnet werden, dass die Zwillingsebene in der Figur jene Lage einnimmt, welche die Fläche (100) zu haben pflegt. Als Projection der Zeichnungsebene nehmen wir den Kreis A_{III} (Fig. 8). Die

Fig. 13.

Entfernung $Z:(100)$ ist $44^0 44'$; die Projection müsste also eine Drehung von $44^0 44'$ um den Durchmesser ZZ' (Fig. 13), senkrecht zur Geraden $Z:(100)$, machen, damit Z an den Platz von (100) kommt; wenn die Projection in ihre ursprüngliche Lage zurückgeführt wird, muss auch der Kreisbogen A_{III} die Bewegung mitmachen, indem er einen Winkel von $44^0 44'$ durchläuft und zwar in jenem Sinne, welcher der ersten Rotation entgegengesetzt ist. Der Kreisbogen A_{III} , der vor der zweiten Rotation durch $A_{III}cA_{III}$ (Fig. 13) gegeben war, ist durch diese Rotation nach $ac'a'$ verschoben. Die Figur, mit $ac'a'$ als Kreisbogen, der die Zeichnungsebene darstellt, gezeichnet, würde der Zwillingsebene jene Lage geben, welche gewöhnlich (100) einnimmt.



2) Wenn verlangt gewesen wäre, dass in der Figur die Ebene Z die Orientierung des Brachydomas $(0\bar{3}\bar{2})$ der gewöhnlichen Figuren habe, so müsste A_{III} eine Drehung von $45^0 16'$ um ZZ' in einem Sinne machen, welcher der vorhergehenden Drehung entgegengesetzt ist; der Kreisbogen, der die Zeichnungsebene darstellt, würde $bc''b'$ sein (Fig. 13).

Ref.: G. Stöckl.

7. F. Wallerant (in Paris): **Verbesserung am Refractometer für mikroskopische Krystalle** (Bull. soc. fr. d. min. Paris 1899, 22, 67—69).

Die früher beschriebene Methode zur Bestimmung der Brechungsindices von Mineralien in Schliffen (s. diese Zeitschr. 31, 78) hat der Verf. nach einem Vorschlage von Czapski noch dadurch verbessert, dass er vor dem Objective ein weiteres Prisma anbrachte, durch welches bei der Benutzung weissen Lichtes die Dispersion des Prismas, an dem die Totalreflexion stattfindet, vollkommen compensirt wird. Man kann alsdann mit dem hellen Auerlichte, welches durch eine schwach depolarisirte Glimmerplatte zerstreut worden ist, arbeiten und erhält genauere Resultate.

Ref.: P. Groth.

8. A. Offret und H. Vittenet (in Lyon): **Ueber drei krystallisirte Formen des m-Dinitrodiphenylcarbamid** (Ebenda 69—83).

Das Di-m-Nitrocarbanilid $CO(NH.C_6H_4NO_2)_2$ ¹⁾ existirt in drei Modificationen: α) gelbe prismatische Krystalle, β) weisse Nadeln, γ) gelbe Tafeln. Wenn man eine Lösung einer dieser Formen oder eines Gemenges derselben in siedendem 95% Alkohol herstellt und, nachdem man sie warm in eine Flasche filtrirt hat,

Dargestellt von Vittenet, Bull. soc. chim. Paris 1899 (3), 21, 152.

welche durch ein umgebendes Oelbad auf constanter Temperatur erhalten wird, dadurch langsam verdunsten lässt, dass man einen trockenen Luftstrom durch die Flasche leitet, so erhält man zwischen 75^0 und 30^0 C. stets neben einander Krystalle der α - und der β -Modification, auch dann, wenn man die bei der betreffenden Temperatur gesättigte Lösung mit Krystallen einer Art geimpft hatte. Bei den höheren Temperaturen entstehen mehr Krystalle der α -, bei den weniger hohen mehr der β -Modification. Besonders gute Krystalle erhält man um 60^0 C. Das Impfen mit der einen Art hat nur zur Folge eine Vermehrung und Beschleunigung der Ausscheidung der betreffenden Form und eine Verzögerung der Bildung der anderen; hierdurch wird aber gerade die Ausbildung besonders guter Krystalle der letzteren begünstigt. Lässt man dann die filtrirten Mutterlaugen bei gewöhnlicher Temperatur (15^0 C.) an freier Luft verdunsten, so krystallisirt ausschliesslich die dritte Modification γ . Erwärmt man aber die Lösung nur um einige Grade, so erscheinen daneben einige Krystalle von β , bei 40^0 verschwindet γ gänzlich, α tritt in kleiner Menge auf und nimmt mit steigender Temperatur zu. Hiernach ist, was die Ausscheidung aus alkoholischer Lösung betrifft, die α -Modification die stabilste bei gewöhnlicher Temperatur, die Form β bei 50^0 bis 60^0 , γ bei höherer Temperatur. Doch kann dieses Verhalten durch das Lösungsmittel modificirt werden, denn aus Eisessig oder einer Mischung desselben mit Alkohol erhält man beim Abkühlen nur die weissen Nadeln β , ebenso bei der Darstellung in Gegenwart von Salzsäure.

Erhitzt man die γ -Krystalle auf 60^0 C., so werden sie opak und dann weiss; die β -Krystalle werden gegen 480^0 opak und dann gelb; die α -Krystalle schmelzen ohne vorgängige Veränderung bei 242^0 C., und dies ist auch der Schmelzpunkt der Umwandlungsproducte der β - und γ -Modification.

α -Modification.

Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 0,971:1:1,116; \beta = 126^0 48'.$$

Comb.: $\{110\} \{21\bar{2}\} \{001\} \{100\}$; 1 mm lange Prismen mit guten Flächen, ausgenommen $\{21\bar{2}\}$.

Berechnet: Beobachtet:

$(110):(1\bar{1}0)$	=	—	* $79^0 16'$
$(110):(\bar{2}12)$	=	—	* $96 \ 25$
$(110):(21\bar{2})$	=	—	* $46 \ 30$
$(21\bar{2}):(\bar{2}1\bar{2})$		$53^0 52'$	$53 \ 26$

Spaltb. $\{001\}$ vollkommen.

Farbe bernsteingelb. Doppelbr. — Ebene der optischen Axen $\perp (010)$, 1. Mittellinie nahe $\perp (001)$, durch welche Fläche beide Axen am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar sind; $\gamma - \alpha = 0,069$ circa. Auslöschungsschiefe der Prismenflächen circa 28^0 .

β -Modification.

Dünne monokline Nadeln $\{001\} \{100\}$; $(001):(100) = 68^0 15'$. Spaltb. (100) und (001) . Ebene der opt. Axen $\parallel (010)$; eine Axe fast $\perp (001)$.

γ -Modification.

Gelbe rectanguläre Täfelchen $\{100\}$, nach c verlängert, mit paralleler Auslöschung und Spaltbarkeit $\parallel (100)$. Axenebene $\parallel (010)$, Mittellinie sehr schief zu (100) , also monoklin. Hellgelb \parallel der Längsrichtung, dunkelgelb parallel der kurzen Seite der Täfelchen, d. i. der Axe b .

Ref.: P. Groth.

9. F. Lebeau (in Paris): **Untersuchungen über das Beryllium und seine Verbindungen** (Ann. chim. phys. 1899 (7) **16**, 457—503).

Das Ausgangsmaterial zur Darstellung der Verbindungen bildete der Beryll von Chanteloube, Haute-Vienne, dessen Analyse ergab:

SiO_2	66,06	65,80
Al_2O_3	16,10	16,40
BeO	14,33	14,24
Fe_2O_3	1,20	0,90
Mn_3O_4	0,13	0,11
MgO	0,55	0,61
CaO	0,17	0,09
Glühverlust	1,46	1,41

ferner Spuren von K , Na und Ti .

Berylliumoxyd, im elektrischen Ofen geschmolzen, zeigt nach dem Erstarren an der Oberfläche kleine hexagonale Krystalle, welche wahrscheinlich durch Sublimation entstanden sind; die krystallinische Masse hat Korundhärte und das spec. Gew. 3,025; die Krystalle ergaben 3,015.

Beryllium wurde sehr rein durch Elektrolyse von geschmolzenem Kaliumberylliumfluorid in hexagonalen Täfelchen vom spec. Gew. 1,73 (bei 15°) erhalten.

Krystallographische Untersuchungen der, wie sonstiger, im Laboratorium des Herrn Moissan dargestellter Verbindungen, scheinen leider nicht angestellt worden zu sein.

Ref.: P. Groth.

10. H. Goguel (in Bordeaux): **Krystallform des Kaliumplatooxalonitrit** $Pt(C_2O_4)(NO_2)_2K_2 + H_2O$ (Bull. soc. chim. Par. 1899 (3) **21**, 483). Dargestellt von Vèzes. Monoklin.

$$a:b:c = 0,4134:1:0,3340; \beta = 111^\circ 40'.$$

Citrongelbe, durchsichtige und glänzende Krystalle der Comb. $\{010\}$ $\{110\}$ $\{001\}$ $\{011\}$ $\{10\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(010) =$	$*66^\circ 2'$	—
$(011):(010)$	70 6	$70^\circ 14'$
$(110):(011)$	63 28	$63^\circ 27\frac{1}{2}'$
$(011):(10\bar{1})$	$*50^\circ 52'$	—
$(001):(\bar{1}01)$	$*47^\circ 53'$	—

Ebene der opt. Axen \perp (010) bildet mit (100) 25° im stumpfen Winkel β ; sehr grosser Axenwinkel.

Ref.: P. Groth.

11. G. Wyrouboff (in Paris): **Krystallform des Trichlorbarbaloin** $C_{16}H_{13}Cl_3O_7 + H_2O$ (Ebenda 673). Dargestellt von Léger. Krystalle aus wässrigem Alkohol. Monoklin.

$$a:b:c = 1,5448:1:1,3864; \beta = 99^\circ 20'.$$

Gelbe Tafeln $\{001\}$ mit $\{100\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
(004) : (100) =	—	*80° 40'
(110) : (100)	—	*56 44
(111) : (001)	—	*62 20
(111) : (111)	96° 4'	—
(201) : (100)	34 10	34 44
(201) : (111)	54 42	54 38

Spaltb. {004} ziemlich vollkommen.

Ref.: P. Groth.

12. Ch. Soret (in Genf): **Ueber die Bildung rechter und linker Krystalle optisch activer Substanzen** (Arch. d. sc. phys. et nat. Genève 1899 (4) 7, 80—82).

Guanidincarbonat lieferte in 16 Krystallisationsversuchen etwas mehr rechte Krystalle (221, im Gew. von 84 g), als linke (165, Gew. 28 g).

Vom Kaliumsilicowolframat konnten nur rechte Krystalle erhalten werden, auch bei Umkehrung des terrestrischen magnetischen Feldes durch passend angebrachte Magnete und bei Verminderung jedes Einflusses atmosphärischer Partikel.

Natriumchlorat in freier Luft krystallisirt zeigte einen Ueberschuss von linken Krystallen (6504 gegen 4657 rechte in 111 Krystallisationen, von denen 73 eine Majorität linker Krystalle zeigten); im geschlossenen Rohre setzten sich 433 mal nur rechte, 411 mal nur linke und 94 mal beiderlei Krystalle ab. Nach dem Wiederauflösen zeigte die nächste Krystallisation etwas häufiger das gleiche Vorzeichen, als das entgegengesetzte. Bewegung der Lösung, Ummagnetisirung des Feldes und Zufügung kleiner Mengen von Tartraten liessen keinen merkbaren Einfluss erkennen.

Ref.: P. Groth.

13. A. Brun (in Genf): **Ueber die optischen Eigenschaften einiger Substanzen** (Ebenda 284—285).

Harnsäure. Die gereinigte Substanz krystallisirt in rectangulären Tafeln parallel der Ebene der optischen Axen; Krystalle aus Urin sind rhombische Tafeln nach derselben Ebene. Richtung der längeren Diagonale negativ; $\alpha = 1,53$, $\gamma = 1,73$. Die aus Urin oder aus einer mit Safranin oder Anilinelb versetzten Lösung entstehenden gefärbten Krystalle sind stark pleochroitisch; Absorption $\gamma > \alpha$ (d. h. am grössten, wenn die kurze Diagonale || der Polarisations-ebene ist).

Oxalsaurer Kalk. $\alpha = 1,60$, $\gamma = 1,53$.

Cystin. Hexagonale Tafeln nach der Basis. Einaxig negativ; $\omega = 1,683$; Doppelbr. ziemlich stark.

Die Bestimmungen der Brechungsindices sind nach bekannter Methode mit Vergleichsflüssigkeiten u. d. Mikr. ausgeführt.

Ref.: P. Groth.

14. Ph. Pellin und A. Brocca (in ?): **Spektroskop mit fester Ablenkung** (Spectroscope à déviation fixe. Journal de physique 1898 (3) 8, 314—318).

Wenn ein Lichtstrahl unter dem Minimum der Ablenkung durch ein Prisma geht, so ist die Ablenkung dieselbe, als wenn er an der Basis des Prismas reflectirt würde. Wird er daher vor oder nach der Brechung noch reflectirt,

so macht der Endstrahl mit dem einfallenden einen doppelt so grossen Winkel, als der reflectirende Spiegel mit der Basis des Prismas. Legt man durch ein Prisma mit dem gleichseitigen Querschnitt ABC einen Längsschnitt CA' so, dass $\angle BCA' = 45^\circ$, also $BA'C = 75^\circ$, und legt man an die Seite BC des Prismas BCA' ein rechtwinkeliges Prisma BCD an, das bei C seinen rechten Winkel, bei B einen Winkel von 30° , bei D einen solchen von 60° hat, so wird ein Lichtstrahl, welcher so auf die Seite $A'B$ auffällt, dass er aus der ursprünglichen Seite AC unter dem Minimum der Ablenkung austräte, an der Fläche $A'C$ total nach BD reflectirt und tritt aus dieser Fläche genau in derselben Richtung aus, als wenn er ein Prisma von 60° unter dem Minimum der Ablenkung passirt und von einem Spiegel reflectirt worden wäre. Die Basis BC des brechenden Prismas bildet mit der reflectirenden Fläche CA' einen Winkel von 45° , folglich ist die Ablenkung 90° für alle Strahlen, welche das Prisma so durchsetzen, dass die Ablenkung ein Minimum wäre, wenn das gleichseitige Prisma unversehrt geblieben wäre.

Thatsächlich werden die Prismen BCA' und BCD , welche sich in BC berühren, aus einem Stücke hergestellt.

Werden also das Collimatorrohr und das Beobachtungsrohr unter 90° gegen einander gestellt, so hat bei beliebiger Drehung dieses Prismas derjenige Strahl, welcher durch die Mitte des Gesichtsfeldes geht, das Prisma so durchsetzt, dass er aus der Fläche AC mit dem Minimum der Ablenkung austräte. Die Beobachtung geschieht infolge dessen unter den günstigsten Bedingungen für die Reinheit des Spectrums.

Zur Erzielung einer stärkeren Dispersion können auch mehrere Prismen hintereinander geschaltet werden. Je nach der Anwendung der Prismen tritt der zu beobachtende Strahl mit dem einfallenden Strahle parallel und gleich gerichtet, oder parallel und entgegengesetzt gerichtet, oder zu ihm senkrecht aus.

Ref.: J. Beckenkamp.

15. P. Weiss (in Paris): Ueber die Magnetisirung des Magnetkieses nach einer Ebene (Sur l'aimantation plane de la pyrrhotine. Ebenda 542—544).

Ueber denselben Gegenstand wurde bereits kürzer in dieser Zeitschr. **32**, 544 nach einer Abhandlung in *Compt. rend.* 1898 berichtet.

Nähert man einem Magnetkieskrystall einen Magneten, so bemerkt man, dass die Anziehung gleich Null ist, wenn man die Basis des Krystalles senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien hält, während für alle anderen Stellungen eine lebhaftete Anziehung stattfindet. In der Richtung der Hauptaxe ist also eine Magnetisirung unmöglich, und man muss daher annehmen, dass die Magnetkiesmasse nur in der Richtung der Basis magnetisierbar sei. Verfasser nennt diese deshalb »magnetische Ebene«.

Eine aus einem Krystalle geschnittene Kugel und eine Inductionsspule, welche jene umgibt, wurden so aufgehängt, dass sie sich unabhängig von einander im Magnetfelde drehen konnten. Die Drehung der Spule gab ein Maass der Magnetisirung nach der magnetischen Ebene, und die Drehung der Krystallkugel die Differenz zwischen der Magnetisirung parallel und senkrecht zur magnetischen Ebene. Diese beiden Grössen wurden innerhalb der Beobachtungsfehler ($\frac{1}{100}$) gleich gefunden. Die Magnetisirung senkrecht zur magnetischen Ebene ist also gleich Null.

Bei einem anderen Versuche ward die Kugel am Ende einer cylindrischen Messingröhre befestigt, so dass die magnetische Ebene senkrecht zur Cylinder-

axe war. Auf diese Weise konnte die Kugel in eine kleine Spule, die sich in einem Magnetfelde befand, hineingeschoben und wieder herausgenommen werden. Der Ausschlag am Galvanometer war hierbei so gering, dass er nur $\frac{1}{380}$ der Magnetisirung innerhalb der Basis entsprach.

Eine Magnetkieskugel wurde in einer Richtung der magnetischen Ebene durchbohrt, um einen Aufhängefaden durchzulassen. Unter den horizontalen Richtungen befindet sich dann die nichtmagnetische Richtung und unter 90° hierzu eine in der magnetischen Ebene gelegene Richtung. Befindet sich die Kugel in der ersten der beiden Stellungen, so kann man einen Magneten bis zur Berührung nähern, ohne den geringsten Ausschlag der Kugel zu beobachten. In der hierzu senkrechten Stellung macht diese eine Bewegung von mehreren Centimetern.

Ref.: J. Beckenkamp.

16. G. Lippmann (in Paris): **Einstellungsmethodé des Collimators** (Méthode pour la mise au point d'un collimateur. Journ. d. phys. 8, 594—595).

Um den Spalt des Collimators in die Brennweite des Objectivs zu bringen, damit das Bild des Spaltes im Unendlichen liege, bringt Verfasser zwischen Collimator und Beobachtungslinse eine Glasdoppelplatte. Jede der beiden Glasplatten ist planparallel und ihre Ebene steht unter annähernd 45° gegen die Lichtstrahlen beider Platten gegeneinander ungefähr senkrecht, ihre Schnittrichtung parallel zum Spalt. Durch Brechung an diesen Platten entstehen zwei Spaltbilder, das eine rechts, das andere links. Wenn der Spalt auf Unendlich eingestellt ist, fällt die Verbindungslinie beider Bilder in die Strahlenrichtung, beide Bilder decken sich dann.

Ref.: J. Beckenkamp.

17. F. L. Perrot (in Genf): **Ueber Thermoëlektricität bei Krystallen** (Notes relatives à la thermoëlectricité cristalline. Arch. sciences phys. nat. Genève 1899, 7, 149—155).

A) Ueber eine an manchen Wismuthprismen beobachtete Anomalie bezüglich ihres thermoëlektrischen Verhaltens. Die Berührungsstelle zwischen Wismuth und Kupfer wurde entweder parallel oder senkrecht zur basischen Spaltung des Wismuths gewählt. Im ersten Falle geht der Thermostrom senkrecht, im zweiten parallel zur Hauptaxe des Wismuths. Das Verhältniss der thermoëlektrischen Kräfte zwischen zwei derartigen Anordnungen mit parallel und senkrecht zur Hauptaxe des Wismuths gerichtetem Thermostrom wurde vom Verfasser bei denselben Prismen bei einem ersten Versuche grösser gefunden als bei späteren Beobachtungen, und zwar war die Aenderung dieses Verhältnisses durch eine Vergrösserung der elektromotorischen Kraft für den senkrecht zur Hauptaxe gerichteten Thermostrom bedingt. Da die Prismen gehörig gereinigt wurden, so kann diese Aenderung nicht auf eine oberflächliche Oxydation zurückgeführt werden. Eine zwölfstündige Erwärmung auf 93° hatte ebenfalls keine merkliche Aenderung der elektromotorischen Kraft zur Folge, ebensowenig eine plötzliche Abkühlung und Erwärmung durch wiederholtes Eintauchen in Wasser von 98° und 45° . Die Aenderung des obigen Verhältnisses ist bei verschiedenen Prismen verschieden; bei Prismen, welche aus rasch erstarrtem Material hergestellt waren, betrug sie mehr, als bei Prismen aus langsam erstarrtem Material. Verfasser neigt deshalb zu der Ansicht, dass eine langsame molekulare Veränderung vorliege.

B) Bestätigung des thermoëlektrischen Ellipsoides. Th. Liebisch hat für

die thermoëlektrische Kraft τ für eine beliebige Richtung eines hexagonalen Krystalles die Ellipsoidformel $\tau = \tau_\gamma \cos^2 \omega \times \tau_\alpha \sin^2 \omega$ angenommen, und dieselbe durch die Beobachtungen Bäckström's am Hämatit bestätigt gefunden. Verf. schnitt Wismuthprismen, deren Flächennormalen 40° gegen die Hauptaxe geneigt waren und fand für einen Temperaturunterschied der beiden Berührungsstellen von 1°C. die thermoëlektrische Kraft $\tau = 11,447$. Ferner bestimmte er $\tau_\alpha = 7,207$, $\tau_\gamma = 14,34$; aus $\omega = 40^\circ$ berechnet sich hieraus nach obiger Formel $\tau = 11,393$.

Ref.: J. Beckenkamp.

18. F. Wallerant (in Paris): Ueber die Ursache der Symmetrie und des Polymorphismus (Sur l'origine de la synétrie dans les corps cristallisés est du polymorphisme. *Compt. rend.* 1899, **129**, 775—778).

Die Symmetrie der Krystalle lässt sich leicht erklären, wenn man von complexen Partikeln ausgeht und zeigt, dass die Symmetrieelemente der letzteren sich im Krystallnetze, also auch in den Krystallen wiederfinden müssen. Die Theorie des Polymorphismus beruht auf zwei Thatsachen, der Constanz des Netzes und der Dichte. Man erklärt ihn, indem man annimmt, die Grundpartikeln seien im Stande, zwei oder mehrere verschiedene Orientirungen, ebenso vielen Gleichgewichtslagen entsprechend, anzunehmen. Aber man kann nicht beweisen, weshalb das Netz dasselbe bleibt, während die Symmetrieelemente der einen Form der anderen fehlen und nur Symmetrieelemente für Zwillingssgruppierungen bilden. Verf. unterscheidet zwei Arten von symmetrischen Anordnungen: die vollkommene (*»groupement parfait«*), welche dann vorliegt, wenn die angenäherten Symmetrieelemente, *»éléments limites«*, unter einander und mit den wirklichen Symmetrieelementen, *»éléments réels«*, genau die Winkel bilden wie die Symmetrieelemente eines Polyëders; bei der unvollkommenen Anordnung soll dies nicht der Fall sein.

Die complexe Partikel des Chabasits besitzt eine angenäherte dreizählige Axe und drei angenäherte Symmetrieebenen, welche untereinander Winkel bilden, die nur wenig von 120° abweichen. Diese drei Ebenen sind nicht gleichwerthig und man kann sie unterscheiden durch ihre relative Lage zum optischen Elasticitätsellipsoid. Nun gruppieren sich im Allgemeinen die Krystalle des Chabasits zu je sechs und bilden Gruppen, welche nur eine der vorgenannten Ebenen zur Symmetrieebene und infolge dessen auch nur eine dazu senkrechte zweizählige Axe haben. Aber bald ist es die eine, bald die andere der angenäherten Ebenen der complexen Partikel, welche zur reellen Symmetrieebene der Gruppe wird. Es giebt also drei Gruppierungen, welche nicht identisch sind, aber welche alle eine angenäherte dreizählige Axe, eine wirkliche und zwei angenäherte Symmetrieebenen, eine wirkliche und zwei angenäherte Symmetrieeachsen besitzen. »Hält man daran fest, so wird die complexe Partikel aus Fundamentalpartikeln gebildet, welche der Symmetrie entbehren, aber man begreift sehr gut, dass sie in mechanischer Hinsicht angenäherte Symmetrieelemente haben können. Wenn man bedenkt, dass die Wirkungen auf die Entfernung stattfinden, begreift man, dass sie auf zwei diametral gegenüberliegenden Punkten in fast gleicher Weise wirken, d. h. dass sie ein angenähertes Centrum der Symmetrie besitzen. Ebenso werden sie eine angenäherte Axe, eine angenäherte Ebene der Symmetrie besitzen, wenn sie fast gleiche Wirkungen auf zwei bezüglich einer Linie oder einer Ebene symmetrisch gelegene Punkte ausüben. Wenn also die angenäherte geometrische Symmetrie die Gruppenbildung der Krystalle nach sich zieht, so führt dies einfach dazu,

dass dies eine angenäherte mechanische Symmetrie zur Folge hat. Infolge dessen wird diese angenäherte Symmetrie der fundamentalen Partikel genügen, um sie zur symmetrischen Gruppierung nach den angenäherten Elementen zu veranlassen, und so muss sich die complexe Partikel bilden mit reeller Symmetrie.

»Die Symmetrie der Krystalle wäre hiernach das Resultat mehrerer aufeinanderfolgender Vorgänge (d'étapes successives), welche stufenweise die angenäherten Symmetrieelemente in wirkliche verwandeln. Die chemischen Moleküle wirken auf die ausser ihnen liegenden Punkte ungefähr symmetrisch nach gewissen Symmetrieelementen und gruppieren sich zu fundamentalen Partikeln, welche angenäherte Symmetrieelemente besitzen; die fundamentalen Partikel gruppieren sich ihrerseits zu complexen Partikeln mit wirklichen Symmetrieelementen. Endlich sind die in den complexen Partikeln noch übrigbleibenden Symmetrieelemente Symmetrieelemente für die Krystallgruppen.«

Zur Erklärung des Polymorphismus wird angenommen, dass die Fundamentalpartikel bei den verschiedenen Formen die gleichen seien, dass sie aber von den äusseren Bedingungen, etwa der Temperatur, abhängen. Die angenäherten Winkel sollen sich hierdurch ändern, und dadurch der Uebergang der angenäherten Symmetrieelemente in wirkliche stattfinden und umgekehrt.

Anmerkung des Referenten. Verfasser bedient sich einer eigenthümlichen Art der Darstellung, infolge dessen der Laie den Eindruck gewinnen muss, als lese er nur eigene Resultate des Verfassers, während der Fachmann eher in Versuchung kommt zu glauben, er habe nur eine Zusammenstellung von Referaten über ältere und neuere Arbeiten von Autoren vor sich, und es hält schwer zu erkennen, was Verf. für seine eigene Ansicht ausgiebt, zumal von einer Begründung dieser letzteren wenig zu erkennen ist. Ref. sah sich deshalb veranlasst, grössere Abschnitte des Verf. in möglichst wörtlicher Uebersetzung wiederzugeben.

Bekanntlich bildet die Annahme, dass die verschiedenen Formen einer polymorphen Substanz aus denselben, weniger symmetrischen Elementen aufgebaut seien, und die Thatsache, dass Richtungen und Ebenen, welche Symmetrieelementen nahe stehen, häufig als Zwillingssachsen und Zwillingsebenen auftreten und somit für den Zwillingstock als Ganzes betrachtet Symmetrieachsen bezüglich Symmetrieebenen werden, den Ausgangspunkt der Mallard'schen Hypothese.

Die Trennung der polymorphen Krystalle in solche, bei welchen die Dichte und die Winkel zweier Körper von verschiedener Symmetrie genau übereinstimmen, und in solche, bei welchen die Winkel nur angenähert übereinstimmen, ist schon vor längerer Zeit vom Ref. geschehen. Gerade die Uebereinstimmung des specifischen Gewichtes und der Winkel hat Ref. schon vor vielen Jahren veranlasst, für derartige Fälle nicht nur das gleiche Gitter, sondern auch die gleichen Massenpunkte in den Gitterschnittpunkten anzunehmen und die Verschiedenheit der Symmetrie auf eine mehr oder weniger innige Zwillingbildung zurückzuführen¹⁾. Gegen die Mallard'sche Hypothese kann in diesem Falle kein principieller Einwand erhoben werden.

Zur Erklärung der Polymorphie im zweiten Falle dagegen wurde vom Ref. für die höher symmetrische Form die Bildung fester Molekulargruppen, deren Bestandtheile eine bestimmte, dem höheren System entsprechende Anordnung besitzen, angenommen, durch welche das Gitter aus einem angenähert symme-

1) Vergl. die verschiedenen Mittheilungen des Referenten: Zur Symmetrie der Krystalle in dieser Zeitschrift, speciell 1897, 30, 65.

trischen ein streng symmetrisches wird¹⁾, weil in diesem Falle die gegen die Mallard'sche Hypothese erhobenen Einwendungen nach Ansicht des Ref. berechtigt sind.

Das einfache Individuum des Chabasits ist nach Becke²⁾ triklin und hat angenähert die Form des Rhomboëders. Werden die sechs, ein scheinbares Rhomboëder bildenden Flächen als triklone Pinakoide bezeichnet, so sind die Winkel:

$$\begin{aligned} (100) : (010) &= 83^{\circ} 42' \\ (100) : (001) &= 85 \text{ } 31,5 \\ (010) : (001) &= 85 \text{ } 5 \end{aligned}$$

Diese bilden aber stets complicirte Zwillinge. Bei einem ersten Typus kehren die einfachen Individuen auf den drei oberen scheinbaren Rhomboëderflächen die Flächen (001) und $(00\bar{1})$, die nach $(1\bar{1}0)$ in Zwillingstellung stehen, nach aussen; je zwei derartige Paare bilden Zwillinge nach $(01\bar{1})$. Bei einem zweiten Typus treten an Stelle von (001) und $(00\bar{1})$ die Flächen (100) und $(\bar{1}00)$ und bei einem selteneren dritten Typus (010) und $(0\bar{1}0)$. Da obige Winkel nicht genau denjenigen Bedingungen entsprechen, welche bei obiger Zwillingbildung genau ein hexagonales Rhomboëder hervorbringen, so ist die Anzahl der möglichen Orientirungen der Individuen, da sich immer wieder ein neues Individuum nach demselben Gesetze an ein schon vorhandenes anlagern kann, ohne bezüglich seiner Orientirung mit einem schon vorhandenen zusammenzufallen, unbeschränkt, und dies wurde auch beim Chabasit durch die Beobachtungen von Becke bestätigt. In gleicher Weise würde eine genügend häufige Wiederholung der Zwillingbildung nach (110) von genügend kleinen Aragonitkrystallen ein Aggregat erzeugen, welches in der Ebene der Basis absolute Homogenität, nicht aber die Eigenschaften des hexagonalen Systems hätte. Soll das letztere der Fall sein, so muss ein angenähert hexagonales, thatsächlich aber nur rhombisches Gitter genau hexagonale Winkel besitzen oder erhalten. Das letztere kann durch Bildung fester Gruppen geschehen. Aus angenähert hexagonalen Molekülen kann durch den Zusammentritt einer festen, der Symmetrie des hexagonalen Systems entsprechenden Anzahl von Molekülen eine Gruppe entstehen, welche infolge der anziehenden und abstossenden mechanischen Kräfte nicht nur angenähert, sondern genau die Bedingungen der hexagonalen Symmetrie erfüllt, und infolge dessen muss auch das Gitter diese Bedingungen genau erfüllen. Um die optischen Anomalien erklären zu können, hat Mallard im Gegensatze zum Ref. (aber auch früher als dieser) niedrigere symmetrische Partikel von wechselnder Grösse angenommen. Wallerant scheint sowohl unter seinen fundamentalen, als auch unter seinen complexen Partikeln Gebilde zu verstehen, welche im Mallard'schen Sinne von wechselnder Grösse sein sollen, und der stufenweise Aufbau aus Molekülen ohne Symmetrieelemente, welche seine fundamentalen Partikel mit angenäherter Symmetrie und hieraus seine complexen Partikel mit wirklicher Symmetrie eventuell noch neben der angenäherten Symmetrie und endlich die Krystallgruppen bilden sollen, soll anscheinend die von Becke und anderen deutschen Autoren gegen die Mallard'sche Hypothese erhobenen Einwendungen umgehen. Aber die Einschaltung der beiden Arten von Partikeln ist zwecklos; ohne die Annahme fester Gruppen im Sinne des Ref., von welchen beim Verf. keine

1) Sitzungsber. der phys.-medic. Ges. zu Würzburg vom 28. April 1898. Diese Zeitschr. 1897, **30**, 335 und 1899, **32**, 47.

2) Tscherm. min.-petrogr. Mitth. 1880, **2**, 394. Diese Zeitschr. **5**, 377.

Andeutung vorliegt, führt der zweite Fall entweder zu erkennbaren Zwillingen wie beim Chabasit, wenn nur eine beschränkte Zwillingsbildung vorliegt, oder zur Isotropie, wie es vielleicht bei manchen amorphen Körpern der Fall ist, wenn die einzelnen Partikel genügend klein sind und die Zwillingsbildung sich genügend oft wiederholt. Die Existenz von Gruppen höherer Ordnung, d. h. von Gruppen, die aus einfachen Molekulargruppen zusammengesetzt sind, hat Ref. übrigens schon früher¹⁾ zur Erklärung der Eigenschaften der regulären Körper angenommen.

Ref.: J. Beckenkamp.

19. F. Wallerant (in Paris): **Ueber die angenäherten Symmetrieelemente und die Meroëdrie** (Sur les éléments de symétrie limite et la mériédrie. Compt. rend. 1899, **129**, 1284—1282).

»Man nimmt gewöhnlich an, dass ein Element, eine Gerade, ein Punkt oder eine Ebene, ein angenähertes Symmetrieelement eines Polyëders sei, wenn die Congruenz zwischen diesem Polyëder und dem symmetrischen Polyëder nicht vollständig, sondern nur angenähert vorhanden ist; diese Definition ist durchaus ungenügend. Sie führt thatsächlich zu dem Schlusse, dass z. B. eine zu einer wirklichen Symmetrieeaxe benachbarte Gerade eine angenäherte Axe wäre, was offenbar ungenau ist. Man muss die Definition vervollständigen und hinzufügen, dass bei der symmetrischen Lage die Congruenz in grösserer Annäherung stattfindet, als für jede andere benachbarte Lage. Bei dieser Definition genügen die angenäherten Elemente den Bedingungen, welche die wirklichen Elemente erfüllen müssen, mit einer gewissen Milde allemal« (avec une certaine tolérance toutefois). (?)

Ein besonderer Fall ist »der, wo die Elemente der angenäherten Symmetrie unter sich und mit den Elementen der wirklichen Symmetrie Winkel bilden, wie sie die wirklichen Elemente eines Polyëders haben. In diesem Falle sind die Gitter ganz specielle Polyëder, ihre angenäherten Elemente werden wirkliche Elemente und die Structur ist meroëdrisch. Es sind daher zwei Arten von Meroëdrie zu unterscheiden: diejenige, bei welcher das Gitter nur durch die wirklichen Elemente der complexen Partikel bestimmt ist, welche angenäherte Elemente haben kann, oder auch nicht. Das ist die Meroëdrie, von der man gewöhnlich redet, und welche ich als Meroëdrie mit höherer Symmetrie bezeichnen will« (mériédrie à symétrie élevée). »Im zweiten Falle ist das Gitter durch die Vereinigung von wirklichen und angenäherten Elementen bestimmt. In diesem Falle gelangt der Krystall nach seiner Symmetrie in ein niedrigeres System, als dasjenige ist, welchem sein Gitter angehört. Das ist die Meroëdrie mit beschränkter Symmetrie (mériédrie à symétrie restreinte)«.

Die Bedeutung des ersten Theiles der Abhandlung, dessen Inhalt im ersten Theile des Referates in möglichst wörtlicher Uebersetzung wiedergegeben wird, ist schwer verständlich; ebenso wenig konnte Referent entziffern, ob im zweiten Theile der Abhandlung die Zustimmung zur Bravais'schen Theorie oder eine neue Hypothese ausgesprochen werden soll.

Ref.: J. Beckenkamp.

20. L. Duparc und F. Pearce (in Genf): **Notiz über die Zusammensetzung der concentrischen Wachstumszonen gewisser Plagioklase** (Arch. d. Sc. phys. et nat. [4] **8**, 17—30).

1) Sitzungsber. der phys.-med. Ges. zu Würzburg vom 28. April 1898.

Die Verf. haben bei einer petrographischen Untersuchung über liparitische Gesteine von Ménerville (Algerien) einige beachtenswerthe Wahrnehmungen hinsichtlich der concentrischen Wachsthumzonen an Plagioklasen gemacht und berichten darüber etwa Folgendes.

In den grossen Krystallen von der ersten Verfestigung eines und desselben Gesteins sind die verschiedenartigsten Feldspathindividuen repräsentirt, abgesehen von den in den aufeinanderfolgenden Zonen beobachteten Variationen eines und desselben Krystalles. Man findet z. B. in einem Krystalle verschiedene Ausbildungen vom basischen bis zum sauren Labrador beisammen, an einem anderen solche vom sauren Labrador bis zum Andesin oder mehr noch vom sauren Andesin bis zum fast reinen Anorthit.

In Wirklichkeit giebt es ebenso viele Feldspäthe als Individuen, und jede wissenschaftliche petrographische Untersuchung hat auf eine Bestimmung des Sondercharakters einer möglichst grossen Zahl von Feldspathindividuen des Gesteins Bedacht zu nehmen.

In ein und demselben Schliff beobachtet man oft bezüglich zweier gleich grosser und gleichartig entwickelter Krystalle, welche im übrigen nur wenige concentrische Zonen repräsentiren, dass beispielsweise in dem einen der centrale Theil aus Feldspath besteht, der basisreicher ist, als der peripherisch vorkommende; während an einem anderen Krystalle gerade das Gegenheil der Fall ist. Krystalle von äusserlich gleicher Entwicklung können demnach bei zweifellos gleichzeitiger Entstehung aus dem nämlichen Magma sich in Feldspäthe verschiedener Basicität differenziren und zwar im Verlaufe der ganzen Wachsthumperiode während der ersten Verfestigung.

Die Zunahme oder Verminderung der Basicität erfolgt in den Zonen vom Krystallmittelpunkte gegen die Peripherie des Krystalles ohne allgemein gültige Gesetzmässigkeit.

Handelt es sich um Uebergänge von Ab_3An_1 zu An , so finden sich Leisten von extremer Zusammensetzung seltener.

Recht häufig ist am gleichen Feldspathkrystalle nur ein Wechsel zweier Typen von verschiedener Basicität anzutreffen. Alsdann zeigt der aus mehreren Zonen aufgebaute Krystall nur zwei beständig abwechselnde Werthe der Auslöschungswinkel. Krystallcentrum und Saum löschen alsdann oft gleichzeitig aus, ungleich dem übrigen Theile des Krystalles. Die Differenz in der Basicität der zwei Feldspathausbildungen kann schwach (z. B. Ab_3An_2 zu Ab_5An_3), oder stark (z. B. Ab_5An_3 zu Ab_1An_1) sein.

Bei den umfangreicheren Krystallen mit vielfacher Zonenbildung finden sich im Allgemeinen die sauersten oder basisreichsten Glieder weder im Centrum noch am Rande, sondern in der Zwischenlage. Mitunter beobachtet man einen sehr jähen Wechsel in der Acidität zweier aufeinander folgender Lagen; in anderen Fällen vollzieht sich derselbe in allmählicher Abstufung.

Ref.: E. Düll.

21. C. Klement (in Brüssel): Ueber uralitisirten Diallag aus den Ardennen (Bull. de la Soc. Belge de Géolog. etc., Bruxelles 1897, 11, 450—455).

A. Wichmann (in Utrecht): Ueber den Uralit der Ardennen (Ebenda 155—157).

In den veränderten granat- und hornblendeführenden Gesteinen des unteren Devons von Paliseul eingeschlossen finden sich anscheinend rhombödrisch begrenzte Krystalle von faseriger Structur, welche Klement für uralisirten Diallag

hält; die drei Flächenpaare würden dann $\{100\}$, $\{010\}$, und $\{001\}$ oder $\{101\}$ sein. Die optische Untersuchung von Wichmann bestätigte diese Vermuthung; überdies hat A. F. Renard in demselben Gesteine noch unveränderten Diallag nachgewiesen. Eine Analyse von nicht ganz reiner Substanz ergab: SiO_2 62,26, Al_2O_3 8,89, Fe_2O_3 2,55, FeO 5,37, MnO Spuren, CaO 11,23, MgO 7,51, Na_2O 0,20, H_2O 3,65; der zu hohe Kieselsäuregehalt ist offenbar auf den noch eingeschlossenen Quarz und der Thonerdegehalt, zum Theil wenigstens, auf den gleichzeitig vorhandenen Zoisit zurückzuführen.

Ref.: F. Stöber.

22. P. Destinez (in Lüttich): Ueber einen Quarzkrystall aus der unteren Steinkohlenformation (H_{1a}) von Souvré (Visé) (Ann. de la Soc. géol. de Belg., Liège 1899, 26, CLII).

Verf. giebt an, dass in dem zersetzten Phtanit, welcher dem Kohlenkalk unmittelbar aufliegt, ausnahmsweise ein beiderseits rhomboëdrisch begrenzter Quarzkrystall von ca. 130 mm Länge und 45 mm Dicke gefunden wurde.

Ref.: F. Stöber.

23. H. Buttgenbach (in Lüttich): Ueber eine neue Form des Calamins (Berichtigung) (Ebenda 26, CLIII).

Die Bestimmung der früher vom Verf. angegebenen neuen Form $\{31\bar{1}\}$ (Ref. diese Zeitschr. 31, 182) beruht auf Rechnungs- und Messungsfehlern; diese angebliche neue Form deckt sich mit $\{21\bar{1}\}$.

Ref.: F. Stöber.

24. Derselbe: Schiefe Projection einfacher, sowie verzwilligter Krystalle (Ebenda 26, 17—32).

Die Projection geschieht mittelst paralleler, auf der Projectionsebene schiefer Geraden; ist $OA : OB : OC = ma : nb : pc$ das Parameterverhältniss der Projectionsebene, bezogen auf die krystallographischen Axen Ox, Oy, Oz , so erhält man das projectirte Axenkreuz auf folgende Weise: Man construirt mit Benutzung der Krystallelemente und der bekannten Lage der Projectionsebene das Dreieck ABC und verbindet einen beliebigen Punkt O' im Inneren dieses Dreieckes mit den Punkten A, B, C ; die Geraden $O'A, O'B, O'C$ geben dann die Richtungen der projectirten Axen, und die Längen a', b', c' dieser Axen bestimmen sich nach den Gleichungen $ma' = O'A; nb' = O'B; pc' = O'C$. Die Schnittkante irgend zweier Flächen $(hkl), (h'k'l')$ ist dann parallel der Verbindungslinie des Punktes O' mit dem Punkte, dessen Coordinaten $a'(kl-lk'), b'(lh-lh'), c'(hk-kh')$ sind. Handelt es sich um Zwillinge, so sucht man ferner durch Abtragen der Coordinaten $\frac{a'}{h}, \frac{b'}{k}, \frac{c'}{l}$ die Punkte A', B', C' , in denen die Zwillingsebene (hkl)

die projectirten Axen schneidet, und darauf die Projection O'' des Spiegelpunktes von O in Bezug auf die Zwillingsebene; $O''A', O''B', O''C'$ sind dann die Richtungen der Axen des zweiten Krystalles, und die Längen a'', b'', c'' dieser Axen erhält man nach den Gleichungen: $\frac{a''}{h} = O''A', \frac{b''}{k} = O''B', \frac{c''}{l} = O''C'$.

Die Construction ist für vier verschiedene Fälle angegeben. Zum Schlusse bemerkt der Verf., dass der zweite Krystall eines Zwillinges sich zeichnen lässt, indem man seine Flächen auf das erste Axenkreuz bezieht, und giebt Formeln zur entsprechenden Umrechnung der Symbole.

Ref.: F. Stöber.

25. G. Césaro (in Lüttich): Sind die Linear- und Winkelparameter in der schiefen Projection willkürlich? Einfache und von der Lage der Zeichnungsebene zum Axenkreuz unabhängige Methode zum Zeichnen der Zwillingsskrystalle in schiefer Projection (Ebenda 26, 59—71).

Im ersten Theile dieser Notiz beweist der Verf., dass, wenn O, A', B', C' vier beliebige in einer Ebene gelegene Punkte sind, ein einem gegebenen Tetraëder ähnliches Tetraëder $OABC$ in eine solche Stellung gebracht werden kann, dass die Geraden AA', BB', CC' einander parallel sind, und benutzt dieses Resultat beispielsweise zur Projection des kubischen Axenkreuzes. Im zweiten Theile wird gezeigt, wie man allgemein und in den besonderen Fällen, wo die Zwillingsebene einer Prismen- oder Axenebene parallel ist, mit directer Benutzung der Krystallelemente durch Construction die Projection des Fusspunktes des aus dem Axenursprunge auf die Zwillingsebene gefällten Lothes finden kann.

Ref.: F. Stöber.

26. Derselbe: Ueber die krystallinische Structur der Kalkschale der Belemniten, der Seeigel und des Stieles einer Seelilie aus der Kreide von Glons (Ebenda 26, 73—108).

Die Scheide der *Belemnitella mucronata* ist aus dünnen, nach der optischen Axe gestreckten Kalkspathnadeln aufgebaut; diese Nadeln sind mit ihrer Spitze nach der Axe der Scheide gerichtet und in kegelmantelförmigen Schichten so übereinandergelagert, dass die Nadeln zweier auf einander folgender Schichten eine Fläche des Prismas $\{11\bar{2}0\}$ gemein haben. Der Winkel der Kegel ist sehr flach: 480° (im oberen Theile) bis 140° (an der Spitze). Die Schale des *Echinocorys vulgaris* Breyn ist aus Kalkspathkrystallen aufgebaut, deren optische Axen senkrecht gegen die Oberfläche gerichtet sind; die gefundenen Stacheln sind einheitliche, nach der optischen Axe gestreckte Krystalle. Die einzelnen Glieder des Stieles von *Bourguetierinus ellipticus* sind einheitliche Krystalle, deren optische Axe wahrscheinlich mit der Längsaxe des Stieles zusammenfällt. In einem Anhang wird der Satz bewiesen, dass der Sinus des Winkels (φ), welchen die Normale einer zur optischen Axe geneigten, einaxigen Krystallplatte mit der optischen Axe einschliesst, der Cosecante des Winkels (α) proportional ist, um welchen man im convergenten polarisirten Lichte die Platte drehen muss, damit ein Arm des schwarzen Kreuzes sich vom Rande bis zum Centrum des Gesichtsfeldes bewegt: $\sin \varphi = \frac{C}{n_b} \operatorname{cosec} \alpha$, wo n_b den mittleren Brechungsindex der Substanz und C eine für jedes Instrument durch Untersuchung einer Platte von bekannter Richtung zu bestimmende Constante bedeutet; tritt die optische Axe innerhalb des Gesichtsfeldes aus, so kann man anstatt des Randes des Gesichtsfeldes einen concentrischen Kreis benutzen. Ref.: F. Stöber.

27. G. Flink, O. B. Bøggild und Chr. Winter (in Kopenhagen): Untersuchungen über Mineralien von Julianehaab, gesammelt von G. Flink 1897, mit einleitenden Bemerkungen von N. V. Ussing (Meddelelser om Grønland, Kopenhagen 1899, 24, 1—213). Hierzu Taf. IX.

I. Theil. Ueber die Mineralien von Narsarsuk im Fjord von Tunugdliarfik, Süd-Grønland, von Gust. Flink (S. 9—180).

Die vorliegende umfangreiche Publication enthält die Mittheilung der Untersuchungsergebnisse jenes ungemein reichhaltigen Materials, welches Gust. Flink

1897 in Süd-Grönland gesammelt hat und auf welches er bereits in einer vorläufigen Mittheilung, Ref. diese Zeitschr. **32**, 616, aufmerksam gemacht hat. Der Verf. giebt eine Beschreibung von 34 Mineralien, unter welchen sich neun neue befinden, nämlich: Ancyilit, Chalcolampirit, Cordylit, Endeolith, Leukosphanit, Lorenzenit, Narsarsukit, Spodiophyllit, Tainiolith und eine neue Apatitvarietät, nämlich Yttrium-Apatit.

Süd-Grönland besteht im Grossen und Ganzen aus Gneiss und Granit von ziemlich einförmigem Charakter und geringem Mineralreichthume. Eine Ausnahme davon macht nur die Syenitregion an den Fjorden von Tunugdliarfik und Kangerdluarsuk in der Umgebung von Julianehaab, welche sehr reich an seltenen Mineralien ist.

Ein hervorragender Fundpunkt ist Narsarsuk sowohl in Bezug auf die Menge, als auch Mannigfaltigkeit der sich dort findenden Mineralien. Narsarsuk (d. i. die grosse Ebene) liegt im Inneren der Landzunge, welche von dem Igaliko- und Tunugdliarfik-Fjord gebildet wird; der nächste von Grönländern bewohnte Platz ist Igaliko am Fjord desselben Namens. Narsarsuk bildet ein ziemlich ebenes Plateau, das sich etwa 2—3 km von Nord nach Süd und etwas über 4 km in die Breite erstreckt. Gegen Nordost erhebt sich die mächtige Bergmasse von Igdlersfigsalik, von der es durch ein Thal getrennt ist, während sein mittlerer Theil etwa die Wasserscheide zwischen den beiden genannten Fjords bildet. Am Südwestrande des Plateaus befindet sich eine unregelmässige Einsenkung mit ein paar Seen, von denen der grössere, südliche, sein Wasser nach dem Igaliko-, der nördliche nach dem Tunugdliarfikfjord entsendet. Südwestlich dieser Depression hebt sich das Gelände wieder zu einer bergigen Anhöhe Iliortarfik, welche gegen Itivdler-suak zu nach dem schmalen Landstreifen abfällt, auf welchem sich der Verkehr zwischen Igaliko und Tunugdliarfik abwickelt.

Das Hauptgestein dieses Areals ist Syenit, an den südlichen, westlichen und nördlichen Grenzen indessen Granit. Der Granit taucht ringsum unter den Syenit und scheint eine bassin förmige Einsenkung zu bilden, in welche der Syenit sich ergoss. Am Contact ist der Granit quarzitähnlich, weiss und sehr feinkörnig bis beinahe dicht, diese Contactzone ist an manchen Stellen ziemlich breit. Der Syenit dagegen ist sowohl am Contact, als in der Mitte vom selben Charakter, nämlich etwas grobkörnig und stark verwittert; an der Oberfläche ist er mit einer mehr oder minder dicken Schicht von Gruss bedeckt, auf dem sich fast keinerlei Vegetation entwickelt. Die beiden oben erwähnten Seen liegen auf der Grenzlinie des Granits und Syenits.

Der Fundort der seltenen Mineralien liegt im nördlichsten Theile des Plateaus von Narsarsuk in kurzer Entfernung von dem steilen Abhange gegen das Tunugdliarfik-Fjord, fast genau da, wo dieses den Korok genannten Arm abzweigt, und umfast nur ein ganz kleines Areal von etwa 500 m Länge und wenig über 400 m Breite. Nur an dieser Stelle finden sich die seltenen Mineralien, an allen andern Stellen ist das Gestein von gleichmässigem Korn, während es hier pegmatitisch ist. Wie überall, so ist auch hier das Gestein in situ stark verwittert und zerbröckelt; viele der Mineralien wurden nur in den losen Blöcken und Stücken, welche den Boden bedecken, gesammelt.

Diese ganz isolirte Mineralfundstelle scheint keinerlei Contactbildung zu sein, da sie keinen Zusammenhang mit dem Granit besitzt und die damit zusammenhängenden Syenitpartien keinerlei ungewöhnliche Mineralien enthalten; auch kann man sie nicht als eigentliche Gangbildung ansprechen. Es finden sich

natürlich gangförmige Syenitbildungen, welche sich von dem gewöhnlichen typischen Syenit dadurch unterscheiden, dass sie als hauptsächlichste Bestandtheile eisenreiche Glieder der Amphibol- und Pyroxengruppen enthalten, wodurch diese Gesteine sich schon durch ihre beinahe schwarze Farbe unterscheiden. Allein diese gangartigen Absonderungen lassen keine Beziehung zu den pegmatitischen Bildungen ersehen, in welchen die seltenen Mineralien vorkommen.

Die pegmatitischen Bildungen innerhalb des Areal, auf welchem die seltenen Mineralien sich finden, sind ausserordentlich zahlreich, aber meist nur von ganz geringer Ausdehnung, und von sehr unregelmässiger Form. Im Allgemeinen kann die letztere als eine mehr oder minder sphärische bezeichnet werden, ihre Ausdehnung ist aber nicht dermassen, dass man von Gängen oder Lagern reden könnte. Die vornehmlichsten Mineralien sind Mikroklin und Aegirin, welche oft als sehr grosse Krystall-Individuen auftreten. Diese dringen ohne irgend eine regelmässige Grenze in das normal-körnige Gestein ein und zeigen so, dass die pegmatitischen Bildungen gleichzeitig mit der Hauptmasse des Gesteines entstanden sind. In den Drusenräumen haben sich nach und nach eine Anzahl neuer Mineralien angesiedelt; meist ist der noch übriggebliebene Raum in den aufgefundenen Drusen leer, manchmal aber auch erfüllt mit einem erdigen, braunen, stark manganhaltigen Mulm.

1. Graphit findet sich zu Narsarsuk in zwei verschiedenen Formen, in (anscheinend) compacten Massen und in isolirten krystallinischen Tafeln. Die ersteren fanden sich in Gesteinstrümmern, bestehend aus grauem Feldspath und Aegirin, beide in grossen unregelmässig begrenzten Individuen; der Graphit bildet darin Schichten (Lagen) bis zu etwa 1 cm Dicke. Er ist von bleigrauer Farbe und sehr leicht abfärbend. Er erweist sich indessen bei genauerer Untersuchung als ein Flechtwerk feinsten Lamellen, theils ganz unregelmässig angeordnet, theils in paralleler oder radialer Stellung um eingeschlossene Körner von Feldspath oder Aegirin. An einer anderen Fundstelle¹⁾ erscheint der Graphit in Begleitung von Elpidit und dem neuen Mineral Tainiolith, in Form von kleinen, den Begleitmineralien eingelagerten Blättchen, welche unter dem Mikroskope einen unvollkommenen hexagonalen Umriss erkennen lassen, sonst aber keinerlei Flächen zeigen. Er scheint nach allem eines der jüngst gebildeten Mineralien zu sein.

2. Bleiglanz bildet neben Blende das einzig auftretende Sulfid zu Narsarsuk, beide sind spärlich. Er bildet unvollkommene matte hexaëdrische Krystalle oder unregelmässige, theilweise schon etwas zersetzte Massen, umrandet von einem gelbbraunen erdigen Zersetzungsproducte, welches wohl zum Theil aus Mennige bestehen mag. Im Inneren sind aber beide Arten ziemlich frisch.

3. Zinkblende ist noch seltener als der Bleiglanz. Verf. fand das Mineral nur an einem einzigen Stücke in unregelmässigen erbsengrossen Körnern. Als Begleiter erscheinen ausser den gewöhnlichen Mineralien Epididymit, Elpidit, Polythionit. Auch sie ist randlich zersetzt, im Inneren aber frisch, gelblich-braun und von guter Spaltbarkeit.

4. Fluorit ist sehr gewöhnlich, wenn auch nur in kleiner Menge auftretend. Derb erscheint er an vielen Stellen als letzte Ausfüllung zwischen den Krystallen anderer Mineralien, wie Zirkon, Aegirin etc., in farblosen bis violett-rothen, gut spaltbaren Massen. Der Farbstoff ist oft unregelmässig vertheilt.

1) Die Fundstellen sind auf der das Original begleitenden Karte mit Zahlen eingetragen.

Auch in kleinen bis zu 5 mm grossen Krystallen von blaugrüner, zuweilen hellgrüner Farbe findet er sich. Vorherrschende Form ist immer das Dodekaëder, oft ganz allein, untergeordnet (100) und noch seltener (111). Auch ihr Auftreten in den Drusenräumen spricht für allerletzte Bildung. Selbstverständlich sind auch bei diesem Minerale alle jene Stücke, welche den Atmosphäriken ausgesetzt waren, geätzt, gerundet und zum Theil verwittert.

5. Quarz. Das Vorkommen dieses Minerals im Syenit Süd-Grönlands bietet eine wichtige Analogie mit den Syeniten des Langesundfjords in Norwegen. Die Uebereinstimmung wurde bislang nur für den Sodalith-Syenitdistrict festgestellt, da nur diese bislang näher untersucht worden sind. Diese Syenitdistricte bestehen gleich den norwegischen nur aus basischen Gesteinen ohne eine Spur von Quarz. Das grosse Syenitgebiet vom Igdlersfjalsik war bislang beinahe unbekannt und ist es petrographisch auch noch. Es wird sich aber wahrscheinlich im Charakter verschieden erweisen von dem benachbarten Sodalithdistrict. Darauf weist wenigstens das Mineralvorkommen auf dem Plateau von Narsarsuk hin, welches im Gegensatze zu den oben erwähnten ziemlich reich an Quarz ist. Dieser scheint allerdings einer der letzten Bildungen anzugehören, ist aber für die Localität sehr charakteristisch. Beinahe an allen Fundstellen in Narsarsuk findet sich Quarz mit Feldspath und Aegirin und zwar sowohl derb, als auch krystallisirt. Der erstere erfüllt häufig die Zwischenräume zwischen den übrigen Mineralien, er ist grau, milchweiss oder farblos.

Krystalle von Quarz sind sehr gewöhnlich und erreichen eine ziemliche Grösse, bis zu 10 cm, sind aber dann weniger gut entwickelt. Meist sind sie kleiner, farblos, milchweiss und auch rauchbraun, und flächenarm. Die an den Quarzen von Narsarsuk gefundenen Formen sind: $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $l\{20\bar{2}1\}$, $M\{30\bar{3}1\}$, $B\{80\bar{8}1\}$, $\varkappa\{01\bar{1}1\}$, $\pi\{01\bar{1}2\}$, $s\{2\bar{1}\bar{1}1\}$, $v\{71\bar{8}1\}$, $a\{2\bar{1}.9.12.7\}$ und $(c)\{1\bar{5}\bar{1}\bar{5}\}$. Eine kleine Anzahl indessen, von vorzüglicher Flächenbeschaffenheit und ohne irgend eine Ätzung, zeigen einige ungewöhnliche Combinationen, welche unten angegeben sind.

Krystall 1. Ein linker zeigt $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $\varkappa\{01\bar{1}1\}$, $s\{2\bar{1}\bar{1}1\}$, $M\{30\bar{3}1\}$, $v\{71\bar{8}1\}$ und $B\{80\bar{8}1\}$. Letztere Form ist stark gestreift parallel $[30\bar{3}1:10\bar{1}0]$, aber durch diese Zone und $[71\bar{8}1:01\bar{1}0]$ völlig bestimmt.

Krystall 2. Ebenfalls ein linker der Combination m , r , \varkappa , s und $\pi\{01\bar{1}2\}$ ist bemerkenswerth durch das Auftreten der äusserst seltenen Form $\pi\{01\bar{1}2\}$. Sie bildet die gerade Abstumpfung der Polkanten des positiven Rhomboëders und gab ausserdem vorzügliche Winkelwerthe $\pi:m = 57^{\circ}34'$ (berechnet $57^{\circ}35'$) und $\pi:\pi = 55^{\circ}18'$ (berechnet $55^{\circ}20'$).

Krystall 3, ebenfalls ein linker der Combination m , r , \varkappa , s , $M\{30\bar{3}1\}$, $l\{20\bar{2}1\}$ und $a\{2\bar{1}.9.12.7\}$. Vom dem positiven Rhomboëder l ist nur eine Fläche ausgebildet, die übrigens gut spiegelt; von a ebenfalls und von schlechter Beschaffenheit. Doch ist ihre Zugehörigkeit zur Zone $[30\bar{3}1:01\bar{1}0]$ augenscheinlich, eine zweite ist nicht vorhanden, so dass diese Form, deren Indices sehr ungewöhnlich sind, immerhin noch als eine ungewisse betrachtet werden muss. Die Messungen ergaben: $(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) = 21^{\circ}37'$ (berechnet $21^{\circ}29'$) und $(2\bar{1}.9.12.7):(01\bar{1}0) = 86^{\circ}36'$ (ber. $85^{\circ}39'$).

Krystall 4 (s. Taf. IX, Fig. 1). Abgebrochener linker; m , r , \varkappa , s , $\pi\{01\bar{1}2\}$ und $(c)\{1\bar{5}\bar{1}\bar{5}\}$ *. Von $\pi\{01\bar{1}2\}$ sind alle drei Flächen vorhanden, die Form $(c)\{1\bar{5}\bar{1}\bar{5}\}$ ist für Quarz neu. Sie tritt als rechtes negatives Trapezoëder mit zwei Flächen auf (auch an Krystall Nr. 3 ist eine schmale Fläche dieser Form ent-

wickelt) und ausserdem tritt eine Fläche dieser Form auch als linkes Trapezoëder auf, so dass, da der Krystall kein Zwilling zu sein scheint, rechte und linke Formen vorkommen. Als Aetzflächen können sie ebenfalls nicht angesehen werden, da der Krystall keine Spur von Aetzung erkennen lässt. ($\overline{1}5\overline{4}5$): ($10\overline{1}1$) = $8^0 58'$ (ber. $8^0 46'$).

Ausser diesen eben beschriebenen Quarzen finden sich noch solche, welche so stark geätzt und zerfressen sind, dass man nicht mehr erkennt, ob sie ursprünglich Krystalle oder derbe Massen waren. Aetzerscheinungen sind überhaupt in allen Stadien an den Krystallen zu beobachten. Die Rhomboëderflächen sind am widerstandsfähigsten und zeigen nur wenige scharfe Aetzfiguren, welche auf r und z nicht verschieden sind. Sehr leicht werden die Prismen angefressen, und die entstehenden Aetzfiguren sind sehr zahlreich und gross, sie sind daher vorzüglich geeignet, rechte und linke Krystalle, sowie Zwillinge zu unterscheiden. Bei weit fortgeschrittener Auflösung entstehen runde Knollen, welche sehr klaren und glänzenden Hyalitconcretionen gleichen; solche Knollen finden sich in grosser Menge lose herum liegend auf dem Plateau von Narsarsuk.

6. Magnetit nicht sehr häufig, in unregelmässig begrenzten Stücken oder spärlicher in gestreiften Oktaëdern. Nach vorgenommener Probe scheinen sie titanhaltig zu sein.

7. Kalkspath ist unter den sonst nur spärlich auftretenden Carbonaten das verhältnissmässig häufigste. Er fand sich als körnige Masse zwischen Aegirinkrystallen und in kleinen Krystallen. An letzteren fand der Verf. vier verschiedene Typen.

Typus I. Die Krystalle dieses Typus sind rein rhomboëdrisch. Sie zeigen entweder nur $\{10\overline{1}1\}$ allein, oder in Combination mit dem ganz untergeordneten Prisma, als schmale Abstumpfung der Mittelkanten. Sie bilden kleine zusammengeschäufte Krystalldrusen, aber auch grössere vereinzelt sitzende Krystalle wurden beobachtet. Die Krystalle sind oberflächlich etwas angegriffen und daher nicht mehr sehr glänzend.

Typus II. Spitz skalenoëdrische Krystalle, welche nur die Form $\rho\{43\overline{7}1\}$ aufweisen. Flächen ziemlich uneben und daher nicht exact messbar. ($43\overline{7}1$): ($7\overline{3}41$) = $50^0 10'$ (ber. $49^0 50'$), ($43\overline{7}1$): ($\overline{7}7\overline{3}4$) = $68^0 25'$ (ber. $68^0 22'$). Die Krystalle sind nur klein, 2—3 mm, graugelb oder rauchbraun.

Typus III. Vorherrschend ein Skalenoëder (α) mit dem Rhomboëder r , die anderen Formen sehr klein (Taf. IX, Fig. 2). Comb.: $e\{0001\}$, $r\{10\overline{1}1\}$, ($\alpha\}\{35\overline{8}2\}$, $\beta\{08\overline{8}5\}$, die Flächen von r an allen Krystallen matt, e und β glänzend. Krystalle oft corrodirt, so dass die Messungen etwas unsicher. ($35\overline{8}2$): ($3\overline{8}52$) = $41^0 38'$ Mittel (ber. $41^0 46'$), ($35\overline{8}2$): ($8\overline{5}32$) = $72^0 37'$ (ber. $72^0 54'$), ($35\overline{8}2$): (0001) = $75^0 5'$ (ber. $74^0 47'$). Die Form scheint neu zu sein, ebenso das negative Rhomboëder β , das den Zonen $[35\overline{8}2 : \overline{1}0\overline{1}1]$ und $[\overline{1}0\overline{1}1 : 3\overline{8}52]$ angehört. Die Krystalle dieses Typus fast farblos und ziemlich klar. Unter den Begleitmineralien fand sich auch Analcim, der aber ersichtlich älter als der Calcit ist.

Typus IV. Krystalle dieses Typus zeigen nur $e\{0001\}$ und $f\{02\overline{2}1\}$ in ziemlich gleich grosser Ausbildung, wodurch ein oktaëderähnliches Aussehen bedingt wird. Nur an einer einzigen Druse beobachtet, Krystalle klein, nur 4—2 mm, und bräunlich angelaufen.

An einer Stelle zeigte sich der mittelkörnige Syenit durch verhältnissmässig spätere Risse zerklüftet. An den Rändern dieser Spalten zeigten sich Krusten eines schneeweissen Calcits, ohne Form, ähnlich Ausblühungen.

8. Rhodochrosit. Kleine schwarze Rhomboëder von 2—3 mm, unregelmässig zusammengehäuft in kleinen Drusen. Meist nur das Rhomboëder allein oder mit untergeordnetem Prisma II. Ordnung zeigend. Die Substanz ist schon stark zersetzt, daher die Flächen matt und rau, oft auch noch gekrümmt und der Rhomboëderwinkel schwankend. Die erdigen Zersetzungsproducte gehen starke Manganreaction, nach der beigegebenen Analyse des zersetzten Materials müssen die ursprünglichen Krystalle stark eisen- und etwas calciumhaltig gewesen sein. Der schwarze Manganmulm findet sich in Narsarsuk sehr häufig in Drusen, so dass anzunehmen ist, dass der Manganspath einst in beträchtlichen Mengen vorhanden gewesen sein muss.

9. Parisit wurde bekanntlich von G. Nordenskiöld unter dem von Lützen gesammelten Material von Narsarsuk aufgefunden und beschrieben¹⁾; doch hatte er nur sehr wenig Material. Das Mineral ist an dieser Fundstelle keineswegs selten und kommt nur krystallisirt vor. Die Krystalle sind jedoch meistens nur klein, Individuen von 1—2 mm Länge und 0,5 mm Dicke sind am häufigsten. Diese Krystalle bilden oft lose zusammenhängende Krusten über grössere Partien anderer Mineralien, wie Aegirin und Feldspath, oder füllen die Zwischenräume zwischen anderen Mineralien. Vereinzelt finden sich auch Krystalle von 1 cm Länge. Die grösseren Krystalle bestehen in der Regel aus einer grösseren Anzahl kleiner Einzelindividuen in paralleler Verwachsung, der grösste so gebaute Krystallstock hatte eine Länge von 6 cm und eine Breite von 3 cm.

Sämmtliche Krystalle erwiesen sich, in Uebereinstimmung mit Nordenskiöld's Beobachtung, als rhomboëdrisch. Holoëdrisch ausgebildete Krystalle, wie jene von Muso, fanden sich in Narsarsuk nicht. Alle Krystallflächen mit Ausnahme der Basis sind mehr oder weniger matt, so dass sie nur Schimmereinstellung gestatten, dazu kommt noch eine starke horizontale Streifung, welche die Messungsergebnisse ebenfalls ungünstig beeinflusst. Dieselben können also nur dazu dienen, die Formen zu identificiren, keineswegs aber um ein Axenverhältniss darauf zu gründen. Da die besseren Winkelwerthe besser mit den Angaben Vrbas stimmen, als mit den älteren von Bunsen und Des Cloizeaux, so wurde Dessen Axenverhältniss zu Grunde gelegt, nämlich $a : c = 1 : 3,36456$.

Die beobachteten Formen erhalten alsdann folgende Symbole: $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $n\{11\bar{2}0\}$, $i\{1\bar{1}05\}$, $t\{20\bar{2}9\}$, $u\{2\bar{2}09\}$, $q\{1\bar{1}02\}$, $r\{20\bar{2}3\}$, $v\{30\bar{3}4\}$, $y\{3\bar{3}04\}$, $p\{10\bar{1}1\}$, $s\{40\bar{4}3\}$, $\alpha\{30\bar{3}2\}$, $\beta\{3\bar{3}02\}$, $\gamma\{3\bar{3}01\}$, $z\{11\bar{2}1\}$.

Die häufigsten, kleinen Krystalle bilden spitze Rhomboëderchen durch vorherrschendes $\alpha\{30\bar{3}2\}$ und meist nur noch ganz kleiner Basis. An anderen gesellt sich zu diesen Formen noch das etwas spitzere negative Rhomboëder γ , welches mit dem ersteren parallele Combinationskanten bildet (Taf. IX, Fig. 3). Das stumpfere negative $y\{3\bar{3}04\}$ ist weniger häufig an diesen Krystallen. Diese Form sowohl, wie die anderen stumpferen Rhomboëder finden sich hauptsächlich in den grösseren Krystallen. Diese haben ganz besondere Ausbildungseigenenthümlichkeiten. Während an den meisten Krystallen die stumpferen Formen an den Enden und die spitzeren an den Mittelkanten auftreten, ist das Umgekehrte der Fall bei den grösseren Krystallen (Taf. IX, Fig. 4). Sie endigen am oberen und unteren Ende in die spitzen Formen, und in der Mitte bilden die stumpferen eine mehr oder minder dicke Anschwellung; oder mit anderen Worten: auf einen mittleren Kernkrystall, der im Wesentlichen stumpfe Formen (t , u , n) ausgebildet zeigt, setzt sich oben und unten auf die Basis eine Fortwachsung,

1) S. diese Zeitschr. 26, 85.

welche nur mehr die spitzeren Rhomboëder entwickelt zeigt. Der Kernkrystall zeigt sich auch sonst noch verschieden von der übrigen Masse. Während das Mineral im Allgemeinen ganz frisch ist, so hat der Kernkrystall eine Art Zersetzung erfahren; er ist ganz matt und daher nur schwer messbar, so dass nur die Formen i , t , u und s mit völliger Sicherheit bestimmbar waren, bei einigen anderen war eine Bestimmung nicht möglich, da auch die starke Streifung die Feststellung der zonalen Beziehungen vereitelte. Es mussten daher eine Anzahl $+$ und $-$ Rhomboëder, Pyramiden und Skalenoëder unbestimmt bleiben.

Auch die frischen, weitergewachsenen Endkrystalle sind nicht zu Messungen geeignet, in Folge der starken Streifung.

Die Entwicklung ist, wie schon gesagt, namentlich bei den kleineren eine ausgesprochen rhomboëdrische, während bei den grösseren positive und negative Formen oft gleich gross entwickelt sind, so dass es dann zweifelhaft erscheint, welche der einen und welche der anderen Art angehören. Häufiger erscheint indessen α vorherrschend und kann als Leitform benutzt werden; sonst sind keinerlei Hilfsmittel gefunden worden, um die positiven von den negativen Formen zu unterscheiden.

Die Basis erscheint constant, oft mit beiden Flächen, namentlich an den kleineren Krystallen, in Form schmaler Dreiecke. Sie ist die einzige stets glänzende Fläche und meistens auch ganz eben. An den grösseren, welche zuweilen dicktafelig nach dieser Fläche sind, ist ihre Beschaffenheit weniger gut und nicht mehr eben. Das Prisma $n\{11\bar{2}0\}$ erscheint nur an mittleren Kernkrystallen von Krystallstöcken stets matt, ebenso die hexagonale Pyramide. Die Rhomboëder können in folgende positive und negative getheilt werden:

Positiv:	Negativ:
$i\{20\bar{2}9\}$	$i\{1\bar{1}05\}$
$t\{20\bar{2}9\}$	$u\{2\bar{2}09\}$
$v\{30\bar{3}4\}$	$q\{1\bar{1}02\}$
$p\{10\bar{1}1\}$	$r\{2\bar{2}03\}$
$s\{40\bar{4}3\}$	$y\{3\bar{3}04\}$
$\alpha\{30\bar{3}2\}$	$\beta\{3\bar{3}02\}$
$\gamma\{3\bar{3}04\}$	$\gamma\{3\bar{3}04\}$

Die Formen c , m , r , p und s sind dem Minerale von Muso und Grönland gemeinsam. Von den übrigen Formen, Pyramiden II. Art des amerikanischen Minerals, finden sich ebenfalls welche am grönländischen, sind aber wie schon erwähnt nicht zu bestimmen.

Schon Nordenskiöld hat auf die häufigen Pariszwillinge von Narsarsuk hingewiesen. Sie gehen nach der Basis, ein Individuum gegen das andere um 60° um die Hauptaxe gedreht, und sind leicht an den grossen ein- und auspringenden Winkeln zu erkennen (Taf. IX, Fig. 5). Mehrfache Zwillings- und Lamellenbildung kommt ebenfalls vor. Sind positive und negative Rhomboëder zugegen, so erhalten die Zwillinge das Aussehen hexagonaler Pyramiden, ähnlich den amerikanischen Krystallen.

Das spec. Gew. des Parisis von Narsarsuk fand Flink in Benzol zu 3,902 (Muso 4,358 nach Damour; 4,364 nach Vrba; 4,392 nach Flink). Härte 4,5 übereinstimmend für beide Fundorte. Das Mineral ist brüchig und leicht zu pulverisiren, splitterig-muscheliger Bruch. An ganz frischen Enden zeigt sich

keine Spaltbarkeit, Kernkrystalle haben dagegen oft eine solche nach der Basis, welche wohl als Absonderung gedeutet werden muss. Die Farbe ist wachsgelb, auch grau und haarbraun. Nur ganz dünne Platten werden durchsichtig.

Die optischen Beobachtungen ergaben Folgendes:

Im Schlicke parallel der *c*-Axe strohgelbe Farbe, ohne erkennbaren Pleochroismus, starke Doppelbrechung. In eben solchen Schnitten durch einen Krystall mit Kernindividuum stimmen die äusseren Partien genau mit Schnitten der schmaleren Krystalle überein. Der mittlere Theil ist ebenfalls strohgelb mit schwach grünlichem Stich. Die Doppelbrechung ist hier schwach, der parallel der *c*-Axe schwingende Strahl ist stärker absorbirt. Ein röthlichbraunes Pigment findet sich in zonarer Anordnung parallel der Basis und den Tracen der Rhomboëderflächen. Diese Zonen wechseln mit beinahe farblosen ab. Schlicke parallel der Basis nahe dem Ende der Krystalle sind strohgelb und homogen und zeigen regelmässiges positives Axenbild mit engen Farbenringen. Ein gleicher Schliff durch den centralen Theil des Krystalles zeigt das röthliche Pigment in hexagonalen Zonen, das Axenbild ist weniger deutlich und die Ringe weniger eng. Zur Bestimmung der Brechungsindices dienten Prismen mit parallel zur *c*-Axe orientirter brechender Kante.

ω	1,6767 grün	1,6742 gelb	1,6718 roth
ε	1,7729	1,7701	1,7664
$\varepsilon - \omega$	0,0962	0,0959	0,0946

Vor dem Löthrohre ist das Mineral unschmelzbar und strahlt ein intensives weisses Licht aus. Geglühte Splitter sind hellbraun und rissig. In Säuren löst sich das Mineral ziemlich leicht unter Abgabe von CO_2 .

Bei der Analyse des Minerals erhielt Flink folgendes Resultat:

Molekularverhältniss:			
CO_2	26,54	0,6032	2
Ce_2O_3	28,44		
La_2O_3	22,88	0,4610	$\frac{1}{2}$
Di_2O_3			
Y_2O_3	4,23		
CaO	47,43		
Na_2O	0,19	0,3403	1
K_2O	0,12		
F	5,82	0,3063	1
	102,05		
— O .	2,45		
	99,60		

Das Mineral von Narsarsuk erhält demnach die chemische Formel $(\text{CeF})\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$, in welcher *Ce* alle seltenen Erden und *Ca* dieses und die Alkalien umfasst¹⁾.

Der Parisit ist in Narsarsuk ziemlich häufig. Von den Begleitmineralien sind Neptunit, Epididymit, Aegirin, Mikroklin älter als der Parisit. Jüngeren oder gleichzeitigen Ursprungs sind: Albit, Elpidit, Fluorit, Cordylit und Polythionit.

4) Ueber die chemische Zusammensetzung des Parisit von Muso und Montana s. S. L. Penfield und C. H. Warren, diese Zeitschr. 32, 4.

10. Cordylit (Baryum-Parisit). Name vom griechischen $\kappa\omicron\rho\delta\acute{\upsilon}\lambda\eta$, Keule, wegen der oft keulenförmigen Form der Krystalle.

Das Mineral fand sich nur krystallisirt. Die Krystalle sind stets nur sehr klein und einzelne erreichen höchstens 3 mm Länge und 1 mm Dicke, die meisten kaum 1 mm. Sie krystallisiren, soweit es constatirt werden konnte, hexagonal-holoëdrisch und zeigen ein Prisma mit drei Pyramiden und der Basis. Ihr Habitus ist theils prismatisch, theils aber auch pyramidal. Die meisten Krystalle sind matt und schlecht reflectirend, doch gelang es, einige Krystalle aufzufinden, welche die Ermittlung der Winkelwerthe ermöglichten. Fünf Messungen von Basis zur obersten Pyramide lieferten übereinstimmend $46^{\circ} 12'$, andere Werthe weichen davon nur um wenige Minuten ab.

Um die krystallographische Beziehung des Cordylit zum Parisit zum Ausdrucke zu bringen, erhält diese Pyramide das etwas complicirte Symbol $p\{4.0.\bar{4}.15\}$. Aus dem angeführten Winkel $(4.0.\bar{4}.15) : (0001) = 46^{\circ} 12'$ ergibt sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 3,3865$. (Für Parisit $a : c = 1 : 3,3645$.) Die beobachteten Formen erhalten alsdann die Symbole: $c\{0001\}$, $p\{4.0.\bar{4}.15\}$, $q\{10\bar{1}3\}$, $r\{20\bar{2}3\}$, $m\{10\bar{1}0\}$. S. Taf. IX, Fig. 6.

Die häufigste Combination ist $m\{10\bar{1}0\}$, $p\{4.0.\bar{4}.15\}$. Kleine prismatische Krystalle, ähnlich der einfachsten Quarzcombination, mit horizontaler Combinationsstreifung auf dem Prisma. m ist stets matt, während die Flächen von p fast stets glänzend sind.

Die Basis ist eine verhältnissmässig seltene Fläche an den Cordylitkrystallen, doch ist sie stets eben und glänzend. An solchen Krystallen, welche die Basis entwickelt haben, findet man die Flächen der Pyramiden stets viel weniger gestreift, als an solchen mit fehlender Basis.

Die Basis ist stets die glänzendste Fläche, m die matteste; von den Pyramidenflächen sind jene von p glänzender als die von r . Es findet demnach eine gradweise Abnahme des Glanzes von der Basis gegen das Prisma hin statt.

Die Formen q und r sind untergeordnet und seltener, am häufigsten treten sie an den selteneren Krystallen von prismatischem Habitus auf, und sind auch hier nur vereinzelt messbar, da sie zu schwach glänzend und oft auch noch gerundet sind. Die Messungen ergaben:

	Gefunden:	Berechnet:
$(4.0.\bar{4}.15) : (0001)$	$= 46^{\circ} 12'$ Mittel	—
$(10\bar{1}3) : (0001)$	52 39 -	$52^{\circ} 30'$
$(20\bar{2}3) : (0001)$	69 47	69 4

Die Cordylitkrystalle sind meist an einem Ende aufgewachsen und deshalb nur einseitig ausgebildet, doch fanden sich auch seitlich aufgewachsene Krystalle mit doppelter Endigung, oder sich kreuzende Individuen.

Die Krystalle zeigen eine Ausbildungseigenthümlichkeit, welche, wie erwähnt, Anlass zu der Benennung des Minerals gegeben hat. Sie zeigen am Ende eine keulenförmige Verdickung (Tafel IX, Fig. 7), genau so wie ein Scepterquarz. Es kommt manchmal auch vor, dass zwei Krystalle von pyramidalem Habitus in dieser Art nach der Basis verwachsen sind, so dass um die Mitte der Krystalle ein einspringender Winkel entsteht, welcher den Eindruck eines Zwillings erweckt. Da aber keinerlei Anzeichen vorliegt, dass das Mineral nicht hexagonal holoëdrisch sein soll, so ist an Zwillingbildung nicht zu denken. Zu einer Untersuchung mit der Kundt'schen Bestäubungsmethode sind die Krystalle zu klein, auch Aetzfiguren gelang es nicht in hinreichender Schärfe hervorzurufen. Es bleibt

daher nur übrig, die Krystalle als hexagonal holoëdrisch zu betrachten und die obigen Gebilde als Wachsthumseigenenthümlichkeiten anzusehen.

Die Farbe des Minerals ist ein bleiches Wachsgelb, oft beinahe ganz farblos, manchmal aber auch bräunlichgelb. Im frischen Zustande sind sie beinahe ganz durchsichtig und klar, bei oberflächlicher Zersetzung werden sie ockergelb und matt, besonders werden hiervon, wie schon eingangs erwähnt, die Flächen des Prismas und der demselben nahe gelegenen Pyramiden betroffen, während Basis und die übrigen Flächen dieser Zersetzung weniger unterliegen. Auf frischem Bruche Glas- bis Diamantglanz, auf der Basis im allgemeinen Perlmutterglanz.

In Schliffen ist dieses Mineral farblos oder kaum merklich gelb, parallel der Hauptaxe ohne Pleochroismus, senkrecht dazu völlig isotrop, mit normalem einaxigen Axenbilde mit negativem Charakter. Die sehr spärlichen Ringe deuten auf schwache Doppelbrechung. In basischen Schliffen erkennt man eine zonare Structur parallel dem hexagonalen Umrisse, welche durch submikroskopische Einschlüsse bedingt zu sein scheint, während in der Mitte ein kleines, klares und völlig einschlussfreies Hexagon zu bemerken ist. Dieses letztere ist wieder umrandet von einem Hexagon von abwechselnd klarer und opaker Substanz, von dessen Seiten (nicht Ecken) ein sechsstrahliger Stern ausgeht. Ausserhalb dieses Hexagons ist der Krystall wieder klar und einschlussfrei bis nahe an die Eckanten des äusseren Hexagons, wo wieder eine opake Zone folgt von demselben Charakter wie die vorige; von dessen Seiten strahlt wieder ein Stern einwärts bis zur Berührung mit den Strahlen des inneren Sternes. Vielleicht ist diese Erscheinung eine Folge von beginnender Zersetzung.

Die Härte des Cordylits ist 4,5, ziemlich brüchig, Bruch muschelig. Eine sehr deutliche Spaltbarkeit geht parallel der Basis, nach welcher die Krystalle leicht durchbrechen, so dass die mikroskopische Structur oft schon an Spaltblättchen wahrgenommen werden kann. Specifisches Gewicht in Benzol gewogen 4,34 (Mauzelius).

Beim Erhitzen vor dem Löthrohre zerspringt das Mineral heftig in dünne Plättchen nach der Basis. Bei sehr intensiver Hitze werden Splitterchen braun, schmelzen aber nicht, mit HCl befeuchtet färbt sich die Flamme grün.

Das Mineral löst sich leicht in HCl unter Entwicklung von CO_2 .

Da nur eine geringe Menge Cordylit gefunden wurde, so war die zur chemischen Untersuchung verfügbare Substanzmenge sehr spärlich. Fast alle Stufen mussten abgekratzt und das so erhaltene Material mühselig mit der Lupe ausgelesen werden; auf diese Weise gelang es 0,6489 g fast reines Material zu erhalten. Dieses wurde in zwei Portionen getheilt, 0,2504 g zur Bestimmung der CO_2 , der Rest zur Bestimmung der Erden. Die Analyse, von Herrn R. Mauzelius ausgeführt, befindet sich auf S. 649 oben.

Das Molekularverhältniss von Kohlensäure, Sesquioxyden, Monoxyden und Fluor (F_2) ist demnach angenähert 3 : 1 : 1 : 1, hieraus folgt die Formel:



obwohl die gefundenen Werthe nicht genau mit dieser Formel übereinstimmen. Vielleicht liegt die Schuld daran, dass das Material nicht mehr ganz frisch ist; ferner ist es auch nicht ganz rein, wie es der unlösliche Rückstand beweist. Aus Mangel an Material konnte auch das Fluor nicht direct bestimmt werden.

1) Dies entspricht genau der von Penfield und Warren für den Parisit angenommenen Formel (s. diese Zeitschr. 32, 8).

	ρ_s	Molekularverhältniss:		
CO_2	23,47	0,533	}	0,534 3
ThO_2	0,30	0,004		
Ce_2O_3	23,72	0,072		
La_2O_3, Di_2O_3	25,67	0,078	}	0,150 0,84
Y_2O_3	Spur			
FeO	1,43	0,020	}	0,167 0,94
BaO	17,30	0,113		
CaO	1,91	0,034		
H_2O	0,80	0,044	}	0,172 0,97
F_2	(4,87)	0,128		
Unlöslich	2,58			
	102,05			
O	2,05			
	100,00			

Indessen unterliegt es gar keinem Zweifel, dass das Mineral in naher Beziehung zum Parisit, speciell jenem von Muso, steht. Chemisch sind diese beiden Mineralien übereinstimmend, das eine die *Ca*-, das andere die *Ba*-Verbindung. Auch das specifische Gewicht ist übereinstimmend, ebenso die basische Spaltbarkeit am grönländischen, wie am südamerikanischen Mineral. Andererseits weichen sie wieder von einander ab, Cordylit ist optisch negativ, mit, wie es scheint, schwacher Doppelbrechung, während der Parisit starke, positive Doppelbrechung hat.

Ist der Parisit von Muso wirklich holoëdrisch, so ist auch der Cordylit besser mit ihm übereinstimmend, als mit dem Parisit von Narsarsuk, welcher unzweifelhaft trigonal ist, doch ist diese Frage in Bezug auf die beiden ersten Mineralien nicht ganz entschieden.

Das Mineral fand sich in Narsarsuk nur an einer einzigen Stelle in sehr spärlicher Menge, theils in losen Gesteinsstücken, theils im anstehenden Pegmatit. Er ist meist begleitet von Parisit, Neptunit und dem gleich zu beschreibenden Ancyilit. Auch auf Aegirin, besonders in Sprüngen desselben, oder auf Neptunit und tafeligen Lepidolithkrystallen ist er aufgewachsen. Es geht daraus hervor, dass das Mineral zu einer verhältnissmässig späten Generation gehört.

11. Ancyilit. Der Name, vom griechischen ἀγκύλος, gekrümmt, abgeleitet, wurde gewählt in Anbetracht der stets gekrümmten Flächen. Tafel IX, Fig. 8.

Dieses neue Mineral findet sich nur in Krystallen, diese sind aber nur klein und schlecht entwickelt. Man kann zweierlei Arten unterscheiden, zwischen denen jedoch keine scharfen Grenzen gezogen werden können. Die schlechtest entwickelten Krystalle, kaum $\frac{1}{2}$ mm gross, sind beinahe sphärisch. Einzelne Krystalle der anderen Art erreichen etwa 4 mm, sind etwas deutlicher ausgebildet und zeigen rein oktaëdrische Entwicklung. Die Flächen sind stets stark gekrümmt, doch lässt sich unschwer bemerken, dass die Form nicht regulär, sondern in einer Richtung kürzer als in der anderen, ausserdem sind je zwei Flächenpaare in ihrer Beschaffenheit von einander verschieden; dieses sowohl, wie die optische Untersuchung ergibt, dass die Krystalle rhombisch sind und dass die scheinbare Pyramide aufgefasst werden muss als zwei prismatische Formen: $d\{104\}$ und $e\{011\}$. Ein zur Messung tauglicher Krystall war nicht

aufzufinden. Die Mittelkanten der prismatischen Formen bilden nahe rechte Winkel, es wurden daher, um einige Anhaltspunkte zu gewinnen, das erste und zweite Pinakoid angeschliffen und die ebenen Kantenwinkel unter dem Mikroskope gemessen, soweit die Krümmung es zuließ. Aus einer Anzahl Ablesungen wurden folgende approximative Werthe erhalten:

$$(101) : (10\bar{1}) = 90^{\circ} 5' \text{ und } (011) : (0\bar{1}1) = 85^{\circ} 4',$$

woraus das Axenverhältniss $a : b : c = 0,916 : 1 : 0,9174$ sich berechnet.

Die grösseren und besseren Ancylikrystalle sitzen gewöhnlich ganz einzeln auf der Matrix, zu Drusen und Gruppen zusammengehäufte Krystalle sind selten. Oft sind sie fast ringsum ausgebildet, indem sie in Reihen längs dünner Aegirinnadeln sitzen, oder in einer leicht verfilzten Masse solcher Nadeln eingebettet sind. Infolge der Flächenkrümmung und einer Kantenrundung erhalten die Krystalle einen etwas sphärischen Habitus. Am stärksten gekrümmt erscheinen die Flächen von $e\{011\}$, auch sind sie meist ganz matt, was darauf beruht, dass die Flächen getheilt sind in winzige dreiseitige Elemente, deren Kanten parallel den Umrissen der Fläche orientirt sind. Die Flächen von $d\{101\}$ sind etwas ebener, zeigen aber unter dem Mikroskop ebenfalls diese dreieckigen Flächen, wenn auch nicht so deutlich.

Die kleineren, weniger deutlichen Krystalle sind am stärksten gerundet, beinahe kugelig, oder sie bilden unregelmässige Körner und nicht selten zusammenhängende Krusten über Feldspath- oder Aegirin-Individuen, aber auch Ausfüllungen ziemlich grosser Räume zwischen Krystallen anderer Mineralien. Die kleinen Kryställchen sind zu losen zusammenhängenden flachen Platten aggregirt, welche leicht zwischen den Fingern zerrieben werden können.

Die Farbe des Ancylics variirt zwischen lichtgelben, orange und braunen Tönen. Die Krusten dünner Krystalle sind mehr gelblichgrün oder gelblichgrau. Auf dem Bruche Glasglanz. Nur durchscheinend.

Dünnschliffe sind farblos, aber etwas opak, infolge von zahlreich eingelagerten feinsten Aegirinnädelchen. Die Ebene der optischen Axen ist parallel $\{001\}$ und die spitze Bisectrix concidirt mit der krystallographischen b -Axe, der Ancylic ist optisch positiv. Die Doppelbrechung ist stark, eine Bestimmung der Brechungs-exponenten war nicht möglich.

Die Härte ist 4,5, wobei das Mineral einen gewissen Grad von Zähigkeit besitzt, so dass beim Zerkleinern kleine Splitter abfliegen. Der Bruch ist muschlig, Spaltbarkeit wurde nicht wahrgenommen.

Das specifische Gewicht fand Mauzelius, Wägung in Benzol, zu 3,95. Vor dem Löthrohre ist der Ancylic unschmelzbar und nimmt nach dem Verluste der Kohlensäure eine braune Farbe an. Im geschlossenen Rohre giebt er reichlich Wasser ab und mit HCl befeuchtet ertheilt er der Flamme eine intensiv rothe Färbung. Leicht löslich in Säuren unter CO_2 -Entwicklung.

Zur Analyse musste das Material mit der Lupe aus den gelblichgrünen Krystallkrusten ausgesucht werden, es kann als genügend rein angesehen werden. Zur Bestimmung der CO_2 dienten 0,5544 g, zu jener der Erden etc. 0,2964 g. Die von Mauzelius ausgeführte Analyse ergab:

		Molekularverhältniss:			
<i>CO</i> ₂	23,28		0,529	7	
<i>ThO</i> ₂	0,20		0,004		
<i>Ce</i> ₂ <i>O</i> ₃	22,22	0,068	}	0,444	4,9
<i>La</i> ₂ <i>O</i> ₃ , <i>Di</i> ₂ <i>O</i> ₃ etc.	24,04	0,073			
<i>Y</i> ₂ <i>O</i> ₃	Spur				
<i>FeO</i>	0,35	0,005	}	0,234	3,4
<i>MnO</i>	Spur				
<i>SrO</i>	21,03	0,202			
<i>CaO</i>	4,52	0,027			
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	6,52			0,362	4,8
<i>F</i>	Spur				
Unlöslich	0,60				
<hr/>					
	99,76				

Das Molekularverhältniss von Kohlendioxyd, den Sesquioxyden, den Monoxiden und dem Wasser ist $7 : 2 : 3 : 5$, es entspricht ihm also die Formel $4Ce(OH)CO_3 + 3SrCO_3 + 3H_2O$.

Trotz der einfachen Formel ist die Zusammensetzung des Minerals eine sehr merkwürdige. Neben dem hohen Strontiumgehalt ist besonders auch der grosse Wassergehalt auffällig, welcher nicht secundär sein kann, da das Mineral absolut frisch ist. Nach der Formel sind zwei Moleküle H_2O in der Gruppe $4Ce(OH)CO_3$ enthalten, welche Rolle den drei anderen Molekülen zufällt, ist nicht zu entscheiden gewesen; als Krystallwasser scheint man es nicht ansprechen zu können, da keinerlei Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass ein Theil loser gebunden ist als ein anderer.

Das einzige Mineral, mit dem man den Ancylyt in Beziehung bringen könnte, scheint der Weybyeit Brögger's zu sein. Beide sind rhombisch und beide bestehen hauptsächlich aus dem Carbonat der Ceriummetalle, sind aber nicht identisch. In der Form gleichen ja beide kleinen, pyramidalen Zirkonkrystallen, sie weichen aber wieder in anderer Beziehung von einander ab. In Schließen parallel der Basis löscht der Weybyeit diagonal, der Ancylyt parallel der Umgrenzung aus. Bezogen auf die Axen:

$$a : b : c = 0,9999 : 4 : 0,64 \text{ für Weybyeit und}$$

$$a : b : c = 0,946 : 4 : 0,947 \text{ für Ancylyt}$$

ist die Ebene der optischen Axen für den Ancylyt parallel der Basis, für den Weybyeit parallel einem verticalen Pinakoid. Stellt man nun den Ancylyt so um, dass seine Axenebene coincidirt mit dem verticalen Pinakoid $\{100\}$ und die stumpfe Bisectrix mit der Verticalen c , so werden die Formen $e = \{110\}$ und $d = \{101\}$, das Axenverhältniss aber $a : b : c = 0,947 : 4 : 0,946$, dies kann aber ebensowenig wie das erstere in eine rationale Beziehung zu dem des Weybyeit gebracht werden.

Dreht man um 90° um die Axe a , so dass $d = \{110\}$ und $e = \{011\}$, die Axenebene also das andere Pinakoid und die spitze Bisectrix parallel c wird, so wird $a : b : c = 0,9985 : 4 : 1,09$, und wenn man dann noch c auf $\frac{2}{3}$ verkürzt $= 0,9985 : 4 : 0,726$. Dies würde ja einigermassen mit Weybyeit stimmen, die Differenz ist aber dennoch zu beträchtlich. In chemischer Beziehung scheint indess eine gewisse Uebereinstimmung zu existiren, doch ist auch da ein Vergleich fruchtlos, da die genaue Zusammensetzung des Weybyeit nicht bekannt ist.

Die grösseren und bestentwickelten Ancyliitkrystalle fanden sich zusammen mit nadelförmigem Aegirin, oder in haarförmigen, verfilzten Massen des letzteren zusammen mit klaren, nach der *c*-Axe verlängerten Albitkrystallen und dunkelbraunem Zirkon, als letzte Bildung. Die Krusten kleiner Ancyliitkrystalle fanden sich an einer anderen Stelle auf stark corrodirtem Feldspath, mit Cordylit, welcher jünger zu sein scheint.

12. Eudidymit. Dieses Mineral ist zu Narsarsuk äusserst selten, der Verf. fand im Schutte des Gesteins einzig drei Krystalle, deren grösster 32 mm Länge, 20 mm Breite und 44 mm Höhe aufweist. Dieser besteht aus einer grossen Anzahl tafeliger Krystalle, welche in der Weise mit einander verwachsen sind, dass die *b*-Axen der Einzelindividuen parallel gelagert sind, während die *a*-Axen (und selbstverständlich auch die *c*-Axen) in Bezug auf das zweite Pinakoid auseinanderstrahlen, so dass die äussersten Tafeln einen Winkel von über 20° mit einander bilden. Die Tafeln sind zwar sehr dünn, aber äusserst flächenreich, in Folge der Verwachsung aber nicht messbar. Zwischen den einzelnen Tafeln sind helle Nadeln von Elpidit und kleine vereinzelte Krystalle von Parisit eingewachsen, diese beiden Mineralien sind daher jünger als der Eudidymit. Der zweite Krystall ist von ähnlicher Beschaffenheit, nur ist die Verwachsung nicht so regelmässig und die einzelnen Tafeln weniger vollkommen entwickelt. Zwischen denselben findet sich Elpidit, zahlreiche kleine Quarzkrystalle und kleine gerundete Ancyliitkrystalle. Der dritte Krystall ist 15 mm lang, 44 mm breit und 2 mm dick und besteht ebenfalls aus etwas divergent verwachsenen Tafeln, welche aber messbar waren. An ihnen fanden sich die Formen: $q\{\bar{5}01\}$, $b\{010\}$, $c\{0.10.3\}$, $p^*\{053\}$, $c\{001\}$, $t\{\bar{5}54\}$, $v\{\bar{3}34\}$, $s\{\bar{5}52\}$, $u\{335\}$, $l\{310\}$, $\alpha^*\{45.5.3\}$, $k^*\{\bar{1}\bar{5}.5.3\}$, $i^*\{625\}$; die mit * bezeichneten Formen sind neu. Die Krystalle sind, gleich den norwegischen, tafelig nach $c\{001\}$ (Taf. IX, Fig. 9). Die rhombischen Tafelchen sind begrenzt von Flächen aus den Zonen $[111:001]$ und $[\bar{1}\bar{1}1:001]$ mit Winkeln nahe 60° und 120° . Neben $c\{001\}$ ist $t\{\bar{5}54\}$ stets vorherrschend, während u , v und s nur als schmale Abstumpfungen erscheinen. $b\{010\}$ ist, wenn auch klein, stets vorhanden, ebenso c und p . Die Flächen in der Zone $[100:001]$ sind zu matt und schmal und daher nicht zu bestimmen. Die Zone $[340:001]$ ist von besonderem Interesse, in derselben findet sich die schon an dem norwegischen Mineral beobachtete Form $l\{310\}$ und ausserdem noch drei neue Formen $\alpha\{45.5.3\}$, $k\{\bar{1}\bar{5}.5.3\}$ und $i\{\bar{6}25\}$, alle sind gut entwickelt und messbar.

Die Form k gehört zu der Zone $q:k:t:b$, in welcher t , die nach der Basis grösstenwickelte Fläche, eine deutliche Spaltbarkeit zeigt. Versucht man diese Zone vertical zu stellen, so würde q zum Pinakoid $\{100\}$, k und t zu Prismen dritter Art, doch würden dadurch die Symbole der übrigen Flächen complicirter als in der Brögger'schen Aufstellung.

Die Gesammtheit der am Eudidymit beobachteten Formen ist daher folgende: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $e\{0.10.3\}$, $p\{053\}$, $d\{502\}$, $x\{10.0.1\}$, $q\{\bar{5}02\}$, $l\{310\}$, $u\{335\}$, $o\{111\}$, $s\{\bar{5}52\}$, $r\{221\}$, $f\{\bar{1}\bar{1}4\}$, $g\{\bar{3}38\}$, $h\{\bar{5}59\}$, $v\{\bar{3}34\}$, $t\{\bar{5}54\}$, $\alpha\{45.5.3\}$, $k\{\bar{1}\bar{5}.5.3\}$, $i\{\bar{6}25\}$, $y\{45.5.18\}$. Die Messungen an dem Eudidymit von Narsarsuk ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$b:c = (010):(001)$	$= 90^\circ 0'$	$90^\circ 0'$
$e:b = (0.10.3):(010)$	$15\ 41$	$15\ 42\frac{1}{2}$
$p:b = (053):(010)$	$28\ 28$	$28\ 30$
$q:c = (\bar{5}01):(001)$	$76\ 15$	$76\ 17$

	Gemessen:	Berechnet:
$u : c = (335) : (001)$	$= 37^{\circ} 5'$	$36^{\circ} 49'$
$s : c = (552) : (001)$	$70 \ 55$	$70 \ 55\frac{1}{2}$
$t : c = (551) : (001)$	$83 \ 0$	$82 \ 59$
$v : c = (334) : (001)$	$44 \ 37$	$44 \ 35$
$\alpha : c = (15.5.3) : (001)$	$71 \ 51$	$71 \ 57$
$l : c = (310) : (001)$	$86 \ 50$	$86 \ 42$
$k : c = (15.5.3) : (001)$	$78 \ 2$	$78 \ 2$
$i : c = (625) : (001)$	$43 \ 13$	$43 \ 20$
$t : b = (551) : (010)$	$30 \ 58$	$31 \ 2$
$t : t = (551) : (551)$	$62 \ 7$	$62 \ 4$
$t : q = (551) : (501)$	$58 \ 57$	$58 \ 58$
$k : q = (15.5.3) : (501)$	$28 \ 58$	$29 \ 0$

Zwillingsbildung findet sich an dem grönländischen Mineral nur ganz untergeordnet, die meisten Krystalle sind einfach. An einigen dickeren Lamellen, den Verwachsungen, findet sich Zwillingsverwachsung nach $\{001\}$, die Zwillingsaxe, um welche das eine Individuum gegen das andere um 180° gedreht erscheint, ist normal zu $\{001\}$. Zwillinge nach dem von Brögger gefundenen II. Gesetz finden sich an dem grönländischen Mineral nicht. Verwachsungen von Eudidymit mit Epididymit finden sich wie auf Klein-Arö. Nadeln von Epididymit sind in regulärer Orientirung auf der Basis des Eudidymit eingewachsen, und zwar so, dass die Längsrichtung der Epididymitnadeln parallel zur Kante $(111 : 001)$ oder $(1\bar{1}1 : 001)$ des Eudidymit verläuft und die Basis $\{001\}$ beider Mineralien parallel ist.

13. Epididymit. Das vom Verf. zu Narsarsuk gefundene Material ist sehr reichhaltig und vorzüglich in jeder Hinsicht, so dass von dem bisher nur spärlich bekannten Mineral neue ergänzende Bestimmungen gemacht werden konnten.

Es ist eines der gewöhnlichsten Mineralien am genannten Fundorte und findet sich daselbst in den verschiedensten Associationen. Es ist stets krystallisirt, von wechselnder Grösse, vom kleinsten nur mit der Lupe sichtbaren Individuum bis zu solchen von 0,5 cm Durchmesser. Die Form ist sehr wechselnd, und können drei Typen unterschieden werden.

Typus I. Nadelförmige Krystalle, sie bilden bei weitem die Mehrzahl, sind meist nur sehr klein, bis 5 mm lang und 1 mm oder 2 mm dick. Die Flächen in der Längserstreckung sind meist stark gestreift, während die Endflächen sehr gut entwickelt sind.

Alle früher schon beobachteten Formen am Epididymit von Narsarsuk fand Verf. am Typus I wieder. In der ursprünglichen Aufstellung der Krystalle coincidirt die Längserstreckung der Krystalle mit der b -Axe, die deutlichste Spaltbarkeit mit der Basis und die weniger vollkommene mit $\{100\}$. Auf diese Aufstellung bezogen werden die Elemente $a : b : c = 1,7367 : 1 : 0,9274$, berechnet aus den Fundamentalwerthen $(310) : (100) = 30^{\circ} 4'$ und $(201) : (001) = 46^{\circ} 53'$.

Das Axenverhältniss des monoklinen Eudidymit, welcher chemisch mit dem Epididymit identisch, ist

$$a : b : c = 1,71069 : 1 : 1,1070; \quad \beta = 93^{\circ} 45\frac{1}{2}'.$$

Eine etwas bessere Uebereinstimmung nun erhält man, wenn man die a - und b -Axen des Epididymit vertauscht, d. h. den Krystall um 90° um die c -Axe dreht, ferner das Doma $\{201\}$ zu $\{011\}$ und das Prisma $\{310\}$ zu $\{110\}$ macht. Das dann resultirende Axenverhältniss des Epididymit wird

$$a : b : c = 1,7274 : 1 : 1,0680.$$

Nachstehend sind die bis jetzt bekannten Formen in der jetzt vorgeschlagenen neuen Stellung (I.) und in der früheren (II.) zusammengestellt:

I.	II.
$a = \{100\}$	$b = \{010\}$
$b = \{010\}$	$a = \{100\}$
$c = \{001\}$	$c = \{001\}$
$m = \{110\}$	$n = \{310\}$
$n = \{310\}$	$m = \{110\}$
$l = \{210\}$	$l = \{210\}$
$d = \{041\}$	$d = \{201\}$
$e = \{023\}$	$e = \{403\}$
$f = \{021\}$	$f = \{404\}$
$g = \{012\}$	$g = \{104\}$
$h = \{038\}$	$h = \{304\}$
$i = \{013\}$	$i = \{203\}$
$p = \{311\}$ (i. Orig. $\{313\}$)	$p = \{221\}$

Unter den Endflächen (s. Taf. IX, Fig. 40) ist $n\{310\}$ vorherrschend, oft ganz allein; $m\{110\}$ ist ebenfalls häufig, aber viel kleiner; $p\{311\}$ und $a\{100\}$ sind weniger häufig und klein, noch seltener ist das Prisma $l\{210\}$.

Unter den Formen aus der Zone der a -Axe ist $d\{041\}$ stets vorherrschend, $h\{038\}$ und $f\{021\}$ sind noch einigermaßen gut entwickelt, die übrigen mehr oder weniger undeutlich oder nur durch Streifung angedeutet. $b\{010\}$ und $c\{001\}$ sind meist nur sehr schmal. Neben den erwähnten Formen fanden sich noch die beiden neuen $k\{301\}$ und $o\{312\}$ (Taf. IX, Fig. 44); erstere als gerade Abstumpfung der Kante $(311):(3\bar{1}1)$, die letztere in der Zone zwischen p und c und bestimmt durch die Winkel

$$\begin{array}{ll} o:c = (312):(001) = 46^{\circ}54' \text{ gem.} & 46^{\circ}57' \text{ ber.} \\ k:c = (304):(001) & 61 \ 55 \quad - \quad 61 \ 40 \quad - \end{array}$$

Diese beiden Formen complettiren die wichtige Zone $[13\bar{3}]$, zu welcher folgende Flächen gehören: (011) , (312) , (301) , $(3\bar{1}0)$. Die Krystalle dieses Typus sind meist an einem Ende aufgewachsen, entweder einzeln oder zu unregelmässigen Gruppen. Zuweilen sind auch mehrere regelmässig orientirt, indem sie mit den $b\{010\}$ -Flächen aneinander wachsen und $c\{001\}$ in eine Ebene fällt.

Zwillinge sind nicht ungewöhnlich und gebildet, indem zwei Individuen mit gemeinsamer c -Axe sich unter 60° durchschneiden, Drillinge bilden alsdann einen regelmässigen sechsstrahligen Stern.

Die Krystalle dieses Typus sind begleitet von Katapleit, Eudidymit, Aegirin, an anderen Stellen von Neptunit, Elpidit und Quarz oder Lorenzit oder Rhodochrosit und Elpidit.

Typus II. Die Krystalle dieses Typus sind breite Tafeln nach der Basis (Taf. IX, Fig. 42), und erreichen bedeutend grössere Dimensionen als jene des vorigen Typus. Die grösseren Krystallfragmente sind 3 mm breit und 1 mm dick. Vorherrschend sind $c\{001\}$ und $b\{010\}$, die Basis ist stets stark gestreift parallel der a -Axe, und $a\{100\}$ vertical.

Die Kanten zwischen den beiden herrschenden Pinakoiden sind durch eine Anzahl Flächen abgestumpft, welche aber nicht alle scharf einstellbar sind und deshalb auf weniger einfache Symbole führen. Die sicher bestimmbar Formen sind: $q\{0.1.12\}$, $r\{0.1.10\}$, $s\{015\}$, $t\{025\}$, $u\{035\}$, $v\{032\}$, $x\{071\}$, $y\{091\}$.

Ausser diesen wurden auch alle an den Krystallen des vorigen Typus beobachteten Formen festgestellt. Die neuen Formen wurden durch folgende Messungen festgestellt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$q : c = (0.4.42) : (004)$	$= 4^0 56'$	$5^0 5'$
$r : c = (0.4.40) : (004)$	$5 \ 53$	$6 \ 6$
$s : c = (045) : (004)$	$44 \ 37$	$42 \ 3$
$t : c = (025) : (004)$	$23 \ 40$	$23 \ 8$
$u : c = (035) : (004)$	$32 \ 34$	$32 \ 29$
$v : c = (032) : (004)$	$58 \ 45$	$58 \ 2$
$x : c = (074) : (004)$	$82 \ 37$	$82 \ 23$
$y : c = (094) : (004)$	$83 \ 54$	$84 \ 4$

Zu diesem Typus gehören wahrscheinlich auch noch die beiden von A. Nordenskiöld gefundenen Formen $\gamma\{034\}$ und $\chi\{044\}$.

Der grösste Flächenreichtum ist in der Zone der a -Axe, an den Enden sind die Krystalle oft unregelmässig begrenzt, angewachsen oder abgebrochen, am häufigsten zeigen sie hier nur die stark vertical gestreifte und matte Fläche $a\{100\}$ neben der manchmal noch $n\{310\}$ und $p\{344\}$ auftreten. Die Flächen des Prismas n bedingen durch ihr alternirendes Auftreten die Streifung auf a .

Die Krystalle zeigen etwas verschiedene Mineralbegleitung je nach der Fundstelle. Zu den Begleitern gehören Katapleit, Eudidymit oder Neptunit, Parisit etc.

Typus III. Die Krystalle dieses Typus sind kurzprismatisch in der Richtung der Zone der a -Axe, so dass Dicke und Länge fast gleich sind, sie sind nur selten 4 mm gross (Taf. IX, Fig. 43). Die vorherrschende Zone der a -Axe ist weniger gestreift und weniger reich an Vicinalflächen als die der Krystalle vom vorigen Typus. Vorherrschend ist $d\{044\}$, welche regelmässig von den Formen $e\{023\}$ und $f\{024\}$ begleitet ist, manchmal tritt dazu noch $h\{038\}$ und $i\{043\}$. $b\{040\}$ ist meist, wenn auch kleiner, zugegen. $c\{004\}$ ist an einfachen Krystallen meist nur als Spaltungsfläche zu finden.

Die zweite gut entwickelte Zone ist jene der c -Axe, welche an vielen Krystallen an beiden Seiten zur Ausbildung gelangt ist, unter den Flächen derselben ist $n\{310\}$ fast stets vorherrschend, an einfacheren Krystallen ist zuweilen auch $m\{440\}$ gross entwickelt, $a\{100\}$ schmal, ebenso $l\{240\}$. Die Pyramide $p\{344\}$ ist sehr selten. Einfache Krystalle dieses Typus sind seltener, als Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze (Taf. IX, Fig. 44). Dieselben sind nicht Penetrationszwillinge, sondern eine Hälfte des einfachen normalen Krystalles ist um die andere um 60° um die Verticalaxe gedreht. Die beiden Hälften passen sich im Allgemeinen völlig einander an und sind von gleicher Grösse, so dass die Verwachsungsgrenze leicht zu übersehen ist. Die Krystalle sind klarer und durchsichtiger als diejenigen der beiden anderen Typen, aber sie sind nicht häufig, da nur wenige Handstücke in den Gesteinstrümmern gefunden wurden. Sie sind eingelagert in eine poröse Masse, welche der Hauptsache nach besteht aus sehr kleinen Calcitindividuen und Elpidit, sowie einem braunen erdigen Zersetzungsproducte.

Die optische Untersuchung des Epididymits war infolge der schwachen Doppelbrechung, sowie der Spaltbarkeit wegen, welche das Anfertigen von Axenplatten nicht gestattete, ziemlich schwierig. Schon die früher gewonnenen Daten (s. diese Zeitschr. 1894, 23, 357) sind, wie sich ergab, ungenügend, die neu-

gewonnenen Resultate sind mit Ausnahme der berechneten Axenwinkel als genauer anzunehmen.

In Schliffen parallel den drei Pinakoiden ist die Auslöschung parallel den kristallographischen Axen. Parallel $b\{010\}$ sieht man nur in sehr dicken Schliffen ein Axenbild mit sehr kleinem Winkel, welches erkennen lässt, dass die optische Axenebene parallel dem dritten Pinakoid $\{001\}$ ist. Ein zusammenhängender Schliff nach $a\{100\}$ ist wegen der dazu senkrechten Spaltbarkeit unmöglich, indessen bemerkt man, dass in den erhaltenen Fragmenten die Auslöschung parallel der c - und a -Axe ist. In Schnitten parallel der Basis ist zu bemerken, dass die Richtung der grössten Lichtgeschwindigkeit parallel der b -Axe ist, dass also demnach der Epididymit optisch positiv ist.

Die Brechungsindices wurden mittelst zweier Prismen bestimmt. Eines derselben ist begrenzt durch eine basische Spaltfläche und eine angeschliffene Fläche aus der Zone $[010]$, welche mit $c\{001\}$ einen Winkel von $37^{\circ}55'$ bildete, dessen brechende Kante also \parallel der b -Axe. Sie diente zur Bestimmung von α (Schwing. $\parallel a$) und γ (Schwing. $\parallel b$). Das andere Prisma, mit brechender Kante der c -Axe, war begrenzt von $b\{010\}$ und einer Fläche aus der Zone $[001]$, welche mit einander einen Winkel von $37^{\circ}22'$ einschlossen, es diente zur Bestimmung von α und β . Diese beiden Indices liegen indessen einander so nahe, dass es die grössten Schwierigkeiten macht, sie auseinander zu halten. Es wurde gemessen:

	Roth:	Gelb:	Grün:
α	1,5416	1,5440	1,5465
β	1,5417	1,5441	1,5466
γ	1,5438	1,5464	1,5491
$\gamma - \alpha$	0,0022	0,0024	0,0026

Da die Bestimmung der Brechungsexponenten nicht den erwünschten Grad von Genauigkeit besitzt, so sind die daraus berechneten Axenwinkel um 1 bis 2° ungenau.

$$2V = 23^{\circ}34' \text{ roth, } 22^{\circ}38' \text{ gelb und } 21^{\circ}42' \text{ grün.}$$

14. Aegirin. Kein anderes Mineral findet sich in Narsarsuk so häufig und in so grossen Krystallen wie der Aegirin, er bildet mit Feldspath den Hauptbestandtheil der zahlreichen pegmatitischen Massen und ist als solcher primären Ursprungs. Doch giebt es auch solchen secundären Ursprungs. Er ist bedeutend widerstandsfähiger als alle anderen Mineralien gegen die Verwitterung; während Feldspath und die meisten übrigen Mineralien durch den Einfluss der Atmosphären völlig zersetzt und durch Wasser und Wind weggeführt wurden, blieben die Aegirinindividuen mehr oder minder intact zurück; es waren auch gerade die auf der Oberfläche herumliegenden Aegirine, welche die Aufmerksamkeit der Grönländer auf dies Mineralvorkommen lenkte.

Der schon früher von dem Verf. über das Mineral gegebenen Beschreibung ist wenig mehr beizufügen. Die Flächenbeschaffenheit ist ungenügend zu genaueren Messungen, weswegen das Brögger'sche Axenkreuz des norwegischen Aegirin zu Grunde gelegt wurde: $a:b:c = 1,09753 : 1 : 60092$; $\beta = 73^{\circ}9'$. Die Formen erhalten alsdann folgende Symbole: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $f\{310\}$, $\chi\{510\}$, $P\{101\}$, $s\{111\}$, $u\{111\}$, $x\{461\}$, $V\{571\}$. Sie sind bereits alle an den norwegischen Krystallen gefunden. Die Combinationen sind meist nur sehr einfach, am häufigsten erscheint m , a , b , s , P , x (?). Hierzu kommen manchmal noch f oder χ . Die Prismenzone ist stets sehr stark

längsgestreift und uneben. An den grösseren Krystallen sind P und s stets matt und oft sehr uneben. Die Vicinalformen x und V gehören in die Zone $[110 : \bar{1}\bar{1}\bar{1}]$, sie sind stark gekrümmt und können nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Die meisten Krystalle erreichen eine Länge von etwa 5 cm bei 4 cm Dicke; es finden sich aber auch Individuen von 20 cm Länge und 8 cm Dicke.

Der Habitus dieser primären Krystalle ist ein sehr constanter, prismatischer. Nur einige Krystalle fanden sich, bei welchen $P\{\bar{1}01\}$ am Ende gross und $s\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ nur als untergeordnete Flächen aufweisen.

Aegirinkrystalle secundärer Bildung zeigen denselben Habitus. Sie finden sich an einer Fundstelle in grosser Zahl zusammen mit vielleicht ebenfalls secundärem Feldspath, oberflächlich corrodirtten Quarzkörnern, Fluorit. Sie bilden eine poröse Ausfüllungsmasse der Zwischenräume der übrigen Mineralien. Diese Krystalle sind nur einige Millimeter lang, die Endflächen glänzend, aber uneben und nicht genau messbar.

In der porösen Elpiditmasse, in welcher sich auch der Leukosphenit findet, sind zahlreiche Aegirinkrystalle eingebettet. Diese Krystalle, zuweilen von Fingerdicke, sind augenscheinlich älter als die Mineralien, in denen sie vorkommen. Die gewöhnlichen Flächen der Verticalzone m , a , b sind hier glänzend. Am Ende laufen dieselben vierseitig spitz zu, indem einerseits die vicinale Form $x\{464\}$, andererseits wahrscheinlich $o\{664\}$ oder eine ähnliche auftritt. Die Spitze indessen ist stets abgebrochen und splitterig.

Es hat den Anschein, als ob diese Aegirinkrystalle nicht an ursprünglicher Stelle sind, sie sind oft doppelseitig ausgebildet und niemals eingewachsen in anderen grösseren Mineralindividuen. Zuweilen sind sie in Stücke zerbrochen, welche dicht nebeneinander liegen, aber getrennt durch eingedrungene Elpiditnadeln. Dass auch die Bildung der porösen Masse nicht ohne bedeutende Störungen vor sich ging, geht daraus hervor, dass auch die Elpiditnadeln zerbrochen sind, und diese Bruchstücke in der mannigfachsten Art und Weise gegeneinander gelagert sind. Als Kitt dient Calcit, der aber so spärlich auskrystallisirte, dass nicht alle Zwischenräume erfüllt worden sind.

Eine Fundstelle (Nr. 4 der Karte) ist dadurch charakterisirt, dass ziemlich flächenreicher Quarz in Narsarsukit und Tainiolith sich findet. Auch zeigt der Aegirin gewisse eigenthümliche Merkmale, die Krystalle sind ziemlich klein und oft durchsetzt von braunen Zonen und Flecken, besonders in den Endtheilen, welche Erscheinung in einer Zersetzung ihren Ursprung zu haben scheint. An ihnen findet sich auch die Form $u\{111\}$, welche sehr selten an primären Krystallen ist, und zwar mit glänzenden Flächen, während die übrigen matt sind, wie gewöhnlich.

Secundärer Aegirin ist ziemlich weit verbreitet in Narsarsuk, meist sind die Krystalle nur klein, nadelig, weniger als 4 mm im Durchmesser. Dünne Exemplare sind mit grüner Farbe durchscheinend, oft sind die Kryställchen haarförmig und ganz verfilzt zu grüngrauen Massen. Auch finden sich radial gestellte jüngere Kryställchen auf grossen primären Aegirinkrystallen aufgewachsen. Ihre Form ist sehr einfach, die Prismenzone zeigt wie gewöhnlich m , a , b , während das Ende in eine spitze Pyramide ausläuft, gebildet aus x und o oder ähnlichen Formen. Zu diesen Formen tritt dann noch, namentlich an etwas stärkeren Krystallen, die Form u , welche als eine für die Aegirine secundären Ursprungs charakteristische Form angesehen werden kann (s. Taf. IX, Fig. 47). An einigen wenigen Krystallen wurde als Seltenheit die Basis $c\{001\}$ beobachtet, als winziges, glänzendes Dreieck (Fig. 48).

Im Allgemeinen sind die Krystalle im reflectirten Lichte ganz schwarz, nur dünnste Splitter und haarförmige Krystalle sind mit grünlichen Farben durchscheinend. Schlitze müssen deshalb sehr dünn gemacht werden, um durchsichtig zu werden, solche parallel b zeigen eine grünliche bis gelbbraune Farbe, aber kein Axenbild, da die Axenebene \parallel diesem Pinakoid liegt. Die der grössten Lichtgeschwindigkeit entsprechende Auslöschungsrichtung bildet mit der c -Axe im stumpfen $\angle \beta$ einen Winkel von etwa 40° . Der Pleochroismus ist sehr stark und am stärksten in der der Verticalaxe am nächsten gelegenen Auslöschungsrichtung; die Farbe ist tief gelbgrün, der andere Strahl ist blassgelb.

Die meisten Schlitze sind optisch einheitlich, einige aber zeigen Zonarstructur $\parallel P$, welche sich in verschiedener Färbung kundgibt, bei völlig übereinstimmender Auslöschung.

Schlitze von anderen Fundstellen zeigen auch typische Sanduhrstructur, die Theile differiren in Farbe und Absorption, aber hier schwankt der Winkel der Auslöschungsschneifen zwischen 0° bis 60° . Die helleren Zonen an den Enden einiger Aegirinkrystalle scheinen meist durch Zersetzung verursacht, da man unter dem Mikroskop beobachten kann, dass an diesen Stellen das Mineral von Sprüngen durchzogen ist, welche in verticaler Richtung verlaufen, auf welchen oft dunkle opake Substanz abgelagert ist, wahrscheinlich Eisenoxyde. Es scheint also, dass ein Theil des Eisens aus dem Minerale weggeführt wurde, wodurch das Mineral seine dunkle Farbe einbüsste, der Pleochroismus sich verminderte und die heller gefärbten Zonen und Flecke auftraten. Die mikroskopischen Sprünge vermehren sich und werden weiter, und zuletzt verbleiben zwischen diesen Sprüngen Säulchen aus einem Aggregat kleiner Krystalle stehen, welche nur noch ganz lose zusammenhängen.

Ihre Farbe ist gelbbraun mit grünem Stich, sie sind von monoklinem Habitus, tafelig parallel b und zeigen eine Endfläche, welche ungefähr 40° mit a bildet. Sie besitzen eine sehr starke Doppelbrechung, so dass sie trotz ihrer geringen Dicke sehr lebhaft Interferenzfarben zeigen. Unter dem Mikroskop sind dieselben von weingelber Farbe, ohne wahrnehmbaren Pleochroismus. Eine Auslöschungsrichtung (die der grössten Lichtgeschwindigkeit) bildet einen Winkel von etwa 70° mit der Längsrichtung gegen dieselbe Seite, nach welcher die schiefe Endfläche liegt. Es scheint daher, dass hier eine neue Aegirinvarietät vorliegt, eisenarm und vielleicht das Resultat einer Zersetzung des gewöhnlichen Aegirins. Das Charakteristische dieser Varietät wäre also die helle Farbe und starke Doppelbrechung, die schiefe Endfläche entspräche dem Pinakoid $\{401\}$.

Aegirine von einer anderen Fundstelle sind sehr stark zersetzt. Die Zersetzung beginnt an beiden Enden der Krystalle und an ihren verticalen Flächen, schreitet längs den Spaltungsflächen weiter, wobei kleine Säulchen unzersetzten Aegirins stehen bleiben. Zwischen diesen und parallel der Längsrichtung der Aegirine haben sich Krystalle eines neuen Minerals Lorenzenit gebildet, vielleicht im Zusammenhange mit der Zersetzung des Aegirins. Für diese letztere Annahme spricht insbesondere der Umstand, dass die neugebildeten Krystalle sich alle in paralleler Stellung zu den übrig gebliebenen Resten des ursprünglichen Minerals befinden. Die neuen Krystalle nehmen indessen nur einen kleinen Theil des bei der Zersetzung des Aegirins entstandenen Raumes ein, so dass der grösste Theil der Bestandtheile des Aegirins weggeführt wurde. Andererseits enthält das Mineral Titansäure, welche sonst nie in irgend welcher nennenswerthen Weise an der Zusammensetzung des Aegirins sich theilnimmt.

15. Arfvedsonit. Dieses Mineral findet sich zu Narsarsuk nur in ziem-

lich spärlichen Mengen und meist sehr kleinen Krystallen, bei welchen man zwei Typen unterscheiden kann.

Typus I. Die zu diesem Typus gehörigen Krystalle sind meist nur 1 bis 2 mm lang und 1 mm dick, obwohl auch solche von 10 mm gefunden wurden. Sie sind kurzprismatisch und oft beiderseits ausgebildet. Ihre Ausbildung ist derart, dass ziemlich gute Messungen möglich sind. Aus denselben ergibt sich, dass das von Brögger für den norwegischen Arfvedsonit aufgestellte Axenverhältniss ohne weiteres auch für das Mineral von Narsarsuk zu Grunde gelegt werden kann. Die Brögger'schen Elemente lauten:

$$a : b : c = 0,54957 : 1 : 0,29754; \quad \beta = 75^{\circ} 44\frac{1}{2}'.$$

Die beobachteten Formen erhalten dann die Symbole: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $e\{130\}$, $z\{021\}$, $r\{\bar{1}11\}$ (Taf. IX, Fig. 19).

Wie schon erwähnt, sind die Krystalle kurzprismatisch nach der Verticalaxe. $m\{110\}$ und $b\{010\}$ sind meist gleichmässig entwickelt und verleihen dem Krystalle einen hexagonalen Umriss, manchmal sind sie aber auch etwas mehr tafelig nach $b\{010\}$. $a\{100\}$ und $e\{130\}$ sind selten und meist nur schmale Flächen. Die Prismenzone ist mit Ausnahme einiger weniger Individuen stark gestreift, $c\{001\}$ ist oft einzige Endfläche, aber mit mikroskopischen warzigen Erhöhungen bedeckt; sie giebt indess meist gute Reflexe, $z\{021\}$ und $r\{\bar{1}11\}$ sind selten auftretende Formen.

Verf. beobachtete auch einen einzigen Zwillingskrystall, Zwillingsebene das erste Pinakoid, Zwillingsaxe die Normale dazu.

Die Farbe des Minerals ist rein schwarz, selbst ganz dünne Splitter werden kaum durchsichtig. Das Pulver ist bläulichgrün. Dünnschliffe || dem zweiten Pinakoid sind blau durchsichtig. Eine Schwingungsrichtung bildet, im stumpfen Winkel β , 10° mit der c -Axe, ein Winkel, welcher gegenüber dem an anderen Vorkommen bestimmten etwas kleiner ist.

Der Pleochroismus ist sehr stark. In der oben genannten Richtung wird das Licht stark absorbiert und die Axenfarbe ist ein tiefes Grünblau, senkrecht dazu graugrün. Spezifisches Gewicht = 3,021.

Die Krystalle des Typus I finden sich in Narsarsuk zusammen mit nadeligem Aegirin von secundärer Bildung und sind offenbar mit diesem gleichalterig. Zuweilen sitzen diese Krystalle aber auch auf Feldspath, sind jedoch auch in diesem Falle secundären Ursprungs.

Typus II (Riebeckit?). Die Krystalle dieses Typus sind etwa 1 cm lang und breit und zeigen nur die einfachsten Formen $a\{100\}$, $c\{001\}$ und $m\{110\}$. $m\{110\}$ ist stets vorherrschend, oft ganz allein, $a\{100\}$ stets nur ganz schmal. Die Endfläche ist stark gekrümmt und nicht messbar, nur an einigen wenigen Krystallen konnte sie als $c\{001\}$ durch Messung bestimmt werden.

Die Krystalle umschliessen, und zwar wie es scheint alle, einen Kern von Aegirin, welcher || orientirt und übereinstimmende b - und c -Axen zeigt. Dieser Aegirinkern ist zuweilen sehr klein, zuweilen aber so gross, dass die Arfvedsonit-substanz nur eine dünne Schale darum bildet.

In Schliffen || dem ersten Pinakoid ist die Absorption || der b - und c -Axe eine fast vollständige, so dass die Schliffe beim Drehen dunkel bleiben. Die Axenfarbe ist in beiden Fällen tiefblau zu schwarz. In Schliffen || dem zweiten Pinakoid bildet eine Auslöschungsrichtung einen \angle von ungefähr 5° mit der verticalen Axe. In dieser Richtung ist die Absorption ebenso vollständig wie in der vorigen

und die Axenfarbe tief blauschwarz, senkrecht dazu wird der Schliff leidlich durchsichtig mit grünbrauner Farbe.

Lichtabsorption und Pleochroismus sind also bei diesem Typus intensiver wie beim ersten Typus und der Δ der Auslöschung merklich kleiner.

Die Krystalle finden sich mit Feldspath, Aegirin, Epididymit, Parisit etc. Wie aller Arfvedsonit von Narsarsuk ist auch dieser secundär gebildet. Sie sitzen auf oder zwischen Feldspathkrystallen, und es scheint, als ob die Aegirinkerne zuerst sich auf dem Feldspath angesiedelt haben und um diese später die Arfvedsonitsubstanz herumgewachsen ist.

Kleine Arfvedsonitkrystalle finden sich auch an grösseren Aegirinkrystallen in paralleler Stellung angewachsen.

Krokydolith. Dieses noch nicht mit völliger Sicherheit bekannt gewordene Mineral findet sich auch in Narsarsuk nicht in idiomorphen Krystallen. Es ist daselbst keineswegs rar, findet sich aber nur in unregelmässigen Stücken im Gesteinsschutt oder als secundäre Einschlüsse in anderen Mineralien. Die Structur dieser losen Stücke ist faserig, oft so fein, dass das Mineral ein compactes oder erdiges Aussehen erhält. Die Fasern sind selten und meist nur an kleinen Stellen des Minerals in paralleler Stellung, im Allgemeinen sind sie meist ganz verfilzt. Dabei sind sie so zähe, dass man sie nur schwer zerschlagen kann. Die einzelnen Fasern sind weich und leicht mit dem Fingernagel zu trennen. Zuweilen finden sich in ganz dichten Massen kleine Hohlräume, besetzt mit den allerfeinsten, verfilzten Fasern, zuweilen haben die Stücke auch oolithische Structur, bestehend aus kleinen hanfkorngrossen Concretionen, welche aus radial gestellten Fasern bestehen. Im Centrum derselben findet man öfters auch ein mikroskopisches Körnchen einer fremden Substanz wie Feldspath und Aehnliches.

Die Farbe ist hellblau oder licht grünblau, selbst in ganz dünnen Splittern undurchsichtig, der Strich licht grau, der Bruch ist meistens erdig. In Dünnschliffen ist das Mineral mit tief blauer Farbe durchsichtig, aber die einzelnen Fasern sind nicht auseinander zu halten. Die Doppelbrechung ist ungemein schwach und schwierig wahrzunehmen. Die Auslöschung scheint nahe \parallel der Längsrichtung zu sein. Dagegen ist der Pleochroismus ziemlich deutlich, die Absorption ist merklich stärker längs der Faserung (Farbe himmelblau), als in dazu senkrechter Richtung (Farbe blaugrau).

Krokydolith findet sich in Narsarsuk als secundärer Einschluss in anderen Mineralien, oder als Zersetzungsproduct von Arfvedsonit und Aegirin. Ein grosser Arfvedsonitkrystall mit völlig erhaltener Form ist gänzlich in dichten und harten Krokydolith umgewandelt. Spaltungsstücke des Arfvedsonits sind gegen die Enden in Krokydolith umgewandelt, zeigen aber im unzersetzten Kern Parteen, welche eine nicht mit dem Arfvedsonit übereinstimmende Spaltbarkeit zeigen. Diese zwei differenten Spaltbarkeiten konnten sogar in ihrer Neigung am Goniometer gemessen werden, sie bilden einen Winkel von $18^{\circ}26'$. Dieser Winkel stimmt vorzüglich mit jenem, den die Spaltungsrichtungen von Aegirin und Arfvedsonit miteinander bilden ($18^{\circ}25\frac{1}{2}'$), wenn sie parallel verwachsen sind. Es liegt deshalb Arfvedsonit mit Aegirineinschlüssen vor.

Der Arfvedsonit ist leicht an seinem Pleochroismus und der etwa 45° betragenden Auslöschungsschiefe zu erkennen, während der Aegirin andererseits durch seinen schwachen Pleochroismus und die geringe, entgegengesetzt liegende Auslöschungsschiefe auffällt. Die beiden Mineralien besitzen demnach gemeinsame Verticalaxe und Symmetrieebene, während die a -Axen gleichsinnig geneigt

sind, sie befinden sich also nicht in Zwillingsstellung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Aegirinportionen das Resultat molekularer Aenderungen der Arfvedsonitsubstanz sind. Die Aegirine, welche völlig von Arfvedsonit umschlossen sind, sind von wechselnder Grösse, nach der verticalen Axe verlängert, unregelmässig begrenzt und endigen in zahlreiche Splitter. Der Arfvedsonit ist rein und ohne Einschlüsse, während der Aegirin oft zahlreiche kleine Körnchen, wahrscheinlich Magnetit, enthält. Die Aegirine sind öfters auch in Zonen senkrecht zur Verticalaxe angeordnet, an den äussersten Enden findet sich eine Zone reinen Aegirins, welche an der Grenze gegen den Krokydolith ganz farblos und ohne Einschluss ist und in Krokydolith übergeht. Die Grenzlinie ist scharf, aber gekerbt; Bündel von Krokydolithfasern dringen in Spalten des Aegirins ein. Nahe der Grenzlinie sind die Krokydolithfasern parallel der *c*-Axe des anderen Minerals angeordnet, weiter davon entfernt bilden sie gewöhnlich ein verfilztes Aggregat.

Alles dies bestätigt die von Brögger entwickelte Ansicht (diese Zeitschr. 16, 332) dass der Krokydolith aus Aegirin und nach einem Aegirinzwischenstadium auch aus Arfvedsonit entstanden ist. Aber auch die Ussing'schen Beobachtungen finden ihre Bestätigung, wonach der Krokydolith aus dem Arfvedsonit (oder Riebeckit?) ohne dies Uebergangsstadium entstanden ist. In Spaltungsstücken von Arfvedsonit von Narsarsuk, in welchen keinerlei Spuren einer Aegirinspaltbarkeit nachzuweisen waren, hat man ab und zu Einlagerungen eines blauen, feinfaserigen Minerals, Krokydolith, beobachtet. In Schliften parallel (040) solcher Arfvedsonite ist ebenfalls kein Aegirin zu finden. Die Fäserchen sind mehr oder weniger || der *c*-Axe des Arfvedsonits angeordnet, es muss der Arfvedsonit in derselben Weise entstanden sein, wie Asbest aus gemeiner Hornblende.

17. Spodiophyllit (Name von *σπόδιος* aschgrau und *φύλλον* Blatt). Dieses Mineral ähnelt einem Chlorit, erwies sich aber als ein neues Mineral. Es findet sich nur in Krystallen, an denen bislang nur ein hexagonales Prisma mit Basis beobachtet wurde. Die grössten Individuen erreichen eine Länge von 1 mm bei einer Breite von 5—6 mm, meist sind sie aber viel kleiner. Kleine dreiseitige Tafeln, welche um 60° gedreht, sich in Zwillingsstellung befinden, scheinen anzudeuten, dass das Mineral zur trigonalen Krystallgruppe gehört. Infolge der vollkommenen Glimmerspaltbarkeit brechen die Krystalle leicht in dieser Richtung.

Natürliche Basisflächen sind glänzend und eben, manchmal zeigen sie auch ein Streifensystem parallel dem hexagonalen Umriss. Die Prismenflächen sind stets stark gerieft || der Basiskante und niemals glänzend. Die treppenförmig aufeinandergelagerten einzelnen basischen Lamellen erzeugen ein nahezu cylindrisches Individuum, die einzelnen Lamellen befinden sich in Zwillingsstellung (Taf. IX, Fig. 20). Durch allmähliches Breiterwerden der Endlamellen werden die Krystalle an einem Ende dicker wie am anderen, wobei auch die Basisfläche manchmal gekrümmt erscheint, wie dies bei gewissen Glimmern vorkommt.

Die Farbe des Minerals ist, wie der Name sagt, aschgrau, auf der Basis oft perlgrau, auch ein bräunlicher Farbenton ist an den Krystallen zuweilen zu sehen. Nur die Basis und die Spaltflächen sind glänzend. In Dünnschliffen ist das Mineral beinahe farblos, mit ganz schwach gelblichgrauer Tönung, senkrecht zur Spaltungsrichtung, also || zur Hauptaxe, ist dieser Ton kaum bemerkbar. Das Licht, welches senkrecht zur Hauptaxe schwingt ist etwas stärker absorbiert, als jenes parallel zu ihr. In basischen Schlifften zeigt sich eine dem äusseren Umriss parallele Zonarstructur, kenntlich durch eine verschiedene Intensität

der gelbgrauen Farbe, meist sind die äusseren Particeen intensiver als die centralen. Zuweilen erscheinen die einzelnen Zonen auch nur als ganz feine wohlausgeprägte Linien. Das Mineral ist einaxig. Die Doppelbrechung negativ und schwach.

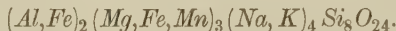
Da das Mineral den Calcit nur schwer mehr ritzt, ist seine Härte wenig über 3. Die vollkommene Spaltbarkeit verleiht dem Mineral den Charakter eines Glimmers oder Chlorits, die Spaltlamellen sind aber nicht elastisch biegsam.

Specifisches Gewicht 2,633. Vor dem Löthrohre leicht zu einem klaren farblosen Glase schmelzbar, in der Phosphorsalzperle ein Kiesel skelett gebend. Von Säuren, ausgenommen HF , wird es nicht angegriffen.

Das bei 1000° getrocknete Mineral giebt bei strengem Glühen nur einen Glühverlust von $\frac{1}{4}\%$, welche als hygroskopisches Wasser betrachtet wird; auf Fluor konnte Mangels Material nicht weiter geprüft werden. Die Analyse ergab:

		Molekularverhältniss:	
SiO_2	53,61	0,8933	8
Fe_2O_3	11,24	0,1414	}
Al_2O_3	4,27	0,0838	
FeO	4,13	0,0574	}
MnO	0,64	0,0090	
MgO	10,16	0,2540	}
Na_2O	8,55	0,1379	
K_2O	7,80	0,0929	2
	100,40		

Die daraus folgende Formel ist:



Das Mineral ist ein Metasilicat, das in seiner chemischen Zusammensetzung dem Aegirin oder Arfvedsonit nahe steht, während seine übrigen Eigenschaften dasselbe dem Glimmer oder Chlorit, vielleicht auch dem Pyrosmalith verwandt erscheinen lassen.

Der Spodiophyllit fand sich nur sehr spärlich an einer einzigen Stelle in Narsarsuk. Er ist eines der ältesten Mineralgebilde, da er sich auch vereinzelt in Aegirin eingewachsen fand. Mit ihm vergesellschaftet fand sich Zirkon, Ancy lit Rhodochrosit und Albit, alle als spätere Bildung.

18. Eudialyt, dieses im grönländischen Sodalith-Syenit weit verbreitete Mineral, ist verhältnissmässig selten im Gebiete des Plateaus von Narsarsuk. Es fand sich nur an einer einzigen Stelle offenbar als jüngere Bildung, und nur in derben oft bis zu faustgrossen Massen. Seine hauptsächlichsten Begleiter sind Aegirin und Feldspath.

Ausgesprochene Spaltbarkeit war nicht bemerkbar, auch nicht mikroskopisch, dagegen ist es von zahlreichen Sprüngen durchzogen, welche augenscheinlich nicht dem Mineral ursprünglich zu eigen waren. Bruch muschelrig oder splitterig. Specifisches Gewicht 2,91. Glühverlust 1,19%.

Farbe lebhaft blutroth zu violett geneigt, viel intensiver als jene des gewöhnlichen Eudialyt von Kangerdluarsuk, der überdies meist bräunlich oder mehr grau ist. Aeusserlich und auf Sprüngen ist er matt erdig, sonst aber lebhafter glänzend als der gewöhnliche Eudialyt. In Schliffen ist keinerlei Pleochroismus zu erkennen, schwach doppelbrechende Partien durchziehen längs der Sprünge

das Mineral und dazwischen liegt ein Netzwerk isotroper Substanz. Die Doppelbrechung ist also, wie die Sprünge, secundären Ursprungs, wengleich auch die doppeltbrechenden Partien eines Schliffes gleiche Orientirung haben. Es scheint also, dass der trigonale, also ursprünglich doppeltbrechende Eudialyt durch irgend eine molekulare Veränderung einfachbrechend geworden ist und in einem weiteren Stadium die feinen Risse erhielt und längs derselben wieder doppeltbrechend ward.

Diese molekularen Umwandlungen, welche die geschilderten optischen Veränderungen bedingten, waren nicht sehr weitgehend, was sich aus dem specifischen Gewicht und dem Glühverluste ergibt, welche beide noch sehr nahe mit denen des Eudialyts übereinstimmen.

Gänzlich verändert dagegen, bis zur Bildung neuer Mineralien, ist die äussere Hülle, sowie auch die Eudialytsubstanz längs der stärkeren Sprünge, in welchen letzteren sich bis 5 mm dicke Krusten von Aegirin und zeolithischen Massen angesiedelt haben. Solche Umwandlungsproducte finden sich auch in Zonen längs der Sprünge angeordnet und in jenen der Zersetzung anheim gefallenen Partien des Eudialyts, welche gegen andere Mineralien grenzen.

Die neugebildeten Aegirine sind meist etwas deutlicher und grösser als die übrigen Neubildungen, welche meist sehr winzig und unscharf sind. Unter den letzteren fanden sich auch zahlreiche, winzige, nicht idiomorph begrenzte Körnchen von Zirkon, ferner Flocken von Ferrihydraten.

Vereinzelte zeigten sich pseudomorphisirte Krystalle von der Form des Eudialyts, sie zeigen $c\{0004\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $z\{10\bar{1}4\}$, $c\{01\bar{1}2\}$, $m\{10\bar{1}0\}$ und gleichen vollständig einem regulären $\{111\}$ mit untergeordnetem $\{110\}$ und $\{100\}$. Sie sind ganz erdig und zerreiblich und zeigen nur in Schliffen noch Reste der ursprünglichen Eudialytsubstanz, daneben Aegirin, Zirkon(?), Eisenoxyd, Quarz.

19. Katapleit gehört zu den seltensten Mineralien des Fundgebietes.

Der Verfasser unterscheidet drei Typen:

Typus I. Einfache Combination, basische Tafeln mit klein entwickelten Prismen und Pyramidenflächen, an denen folgender Mittelwerth gewonnen wurde: $(10\bar{1}3):(0004) = 25^{\circ}27'$, dessen Genauigkeit nicht sehr gross ist und nur zur Bestimmung der Form $y\{10\bar{1}3\}$ hinreicht (Taf. IX, Fig. 21). Ob unter den mannigfach verwachsenen Gruppen sich gesetzmässige Verwachsungen befinden, war an dem Material nicht zu unterscheiden.

Die Krystalle dieses Typus fanden sich nur lose an einer Stelle und mit keinem anderen Mineral mehr verwachsen, nur ein Krystall war mit Albit, ein zweiter mit Aegirin verwachsen. Verf. hält diesen Katapleit für eine secundäre Bildung.

Typus II. Die Krystalle dieses Typus sind kleiner, als die des vorigen, etwa $\frac{1}{2}$ mm dick und 3 mm breit und umsäumen kleine Hohlräume im Syenit, oft in paralleler Stellung.

Sie zeigen bei tafeliger Ausbildung nach c die Formen: $c\{0004\}$, $o\{10\bar{1}2\}$, $p\{10\bar{1}1\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, wobei die letztere Form nur ganz untergeordnet auftritt, oder ganz fehlen kann (Taf. IX, Fig. 22). Alle Flächen sind gut glänzend, aber selten ganz eben. Die Basis ist leicht in Felder geknickt und die Pyramidenflächen sind longitudinal gestreift. Als Mittelwerth wurde gefunden $(10\bar{1}2):(0004) = 37^{\circ}45'$ und $(10\bar{1}1):(0004) = 56^{\circ}26'$. Aus den Elementen für die norwegischen Krystalle $a:c = 1:1,3629$ berechnen sich diese Winkel zu $38^{\circ}42'$ resp. $57^{\circ}34'$, denen gegenüber die gefundenen Werthe stets alle niedriger sind.

Es hat den Anschein, dass die Krystalle nur scheinbar hexagonal sind, und dass die Mittelkante, entsprechend der Kante zwischen $(10\bar{1}1) : (10\bar{1}\bar{1})$, an den meisten Krystallen einer Zwillingsgrenze zwischen zwei nach der Basis verwachsenen Hälften entspricht, was noch dadurch wahrscheinlicher erscheint, dass die beiden Hälften sich nicht genau decken, sondern eine über die andere längs der Kante etwas übergreift. Manchmal ist auch ein einspringender Winkel [gebildet von $(10\bar{1}0)$ und $(10\bar{1}\bar{1})$] zu bemerken.

Uebrigens spricht der optisch zweiaxige Charakter des Minerals gegen hexagonale Structur, die spitze Bisectrix steht senkrecht zur Basis und der Verf. betrachtet es daher als dem rhombischen System angehörig. Aus den Winkeln $(110):(1\bar{1}0) = 120^\circ$ und $(111):(001) = 59^\circ 9'$ berechnet er $a:b:c = 1,73205 : 1 : 1,3444$.

Die hexagonalen Formen gehen alsdann über in: $c\{001\}$; $o = \{101\}$ und $\{112\}$, $p\{201\}$ und $\{111\}$; $m = \{100\}$ und $\{110\}$.

Im durchfallenden Lichte erscheinen die Krystalle leicht gelbbraun bis fast farblos. Oberflächlich zeigen sie sehr lebhaft Anlauffarben, die Basis röthliche und gelbe, die Pyramiden grüne und blaue Töne, wodurch die Krystalle trotz ihrer Kleinheit auffallen.

Im parallelen polarisirten Lichte bestehen die Krystalle aus sehr dünnen unter 60° und 120° sich durchkreuzenden Lamellen, welche wegen ihrer mannigfachen Durchkreuzung selten total auslöschen, sondern meist lebhaft Interferenzfarben zeigen. An solchen dunkel werdenden Partien erkennt man ein zweiaxiges Interferenzbild, die spitze Bisectrix senkrecht zur Basis. Der optische Axenwinkel ist nicht gross und nie sehr deutlich. Beim Erwärmen bleiben sie bis unter 450° unverändert, bei höherer Temperatur beginnen die Lamellen zu verschwinden, aber selbst bei 200° ist noch nicht der ganze Schliff isotrop.

Diese Krystalle fanden sich an einer Stelle, an welcher der Syenit pegmatitisch ausgebildet ist mit grossen Individuen von Aegirin und Feldspath. Zwischen diesen finden sich kleine Drusenräume, in welchen der Katapleit auskrystallisirt ist. Daneben finden sich kleine schwarze Rhomboëder von Rhodochrosit, ferner säuliger Epididymit mit denselben Anlauffarben, wie der Katapleit, und in spärlicher Weise kleine weisse kurzprismatische Krystalle mit pyramidalen Endigung, welche an Zirkon erinnern. Der übrig gebliebene Drusenraum ist mit einer braunen erdigen Substanz erfüllt, welche in dem Gebiete von Narsarsuk sehr verbreitet ist.

Typus III. Die Krystalle dieses Typus sind sehr klein, nur 1—2 mm dick und bis 5 mm breit. Sie sind durch reiche Flächenentwicklung und gute Ausbildung ausgezeichnet. Eine Anzahl Stufen trägt Krystalle, welche ebenfalls diesem Typus zuzurechnen sind, wenn schon kleine Abweichungen bestehen und nur die Basis als glänzende Fläche erscheint, während Prisma und Pyramiden gerundet erscheinen.

Die vollkommen entwickelten Krystalle zeigen: $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $y\{10\bar{1}3\}$, $o\{10\bar{1}2\}$, $p\{10\bar{1}1\}$ und $x\{20\bar{2}1\}$. Die Flächen sind meist nur sehr schmal, aber vorzüglich spiegelnd und gut messbar. Die erhaltenen Winkelwerthe sind (die berechneten Werthe sind aus dem Axenverhältnisse der norwegischen Krystalle erhalten):

	Mittel:	Berechnet:
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0) =$	$60^\circ 0'$	$60^\circ 0'$
$(10\bar{1}3):(0001)$	$27^\circ 45\frac{1}{2}'$	$27^\circ 41'$
$(10\bar{1}2):(0001)$	$37^\circ 57'$	$38^\circ 42'$

	Mittel:	Berechnet:
$(10\bar{1}1) : (0001) =$	$57^{\circ} 20'$	$57^{\circ} 34'$
$(20\bar{2}1) : (0001)$	$72 \quad 9$	$72 \quad 22\frac{1}{2}$

Gerade so wie beim vorhergehenden Typus sind alle gemessenen Werthe niedriger als die berechneten, so dass es ganz unzweifelhaft ist, dass die Constanten der Krystalle von Narsarsuk von jenen des Minerals vom Langesund etwas verschieden sind. Das grönländische Mineral ist reiner Natron-Katapleit. Da im Langesund sowohl Natron- als Kalknatron-Katapleit vorkommen, welche aber keinerlei Differenz in den Axenverhältnissen zeigen, so scheint es, dass diese Differenz in den Winkelwerthen nicht auf einem chemischen Unterschiede beruhe.

Aus dem Mittelwerthe $p : c = 57^{\circ} 20'$ ergibt sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,3509$.

Auf dieses bezogen gestalten sich dann die gefundenen und berechneten Werthe wie folgt:

	Gemessen:	Berechnet:
$y : c =$	$27^{\circ} 15\frac{1}{2}'$	$27^{\circ} 28'$
$o : c =$	$37 \quad 57$	$37 \quad 57$
$p : c =$	$57 \quad 20$	$57 \quad 20$
$x : c =$	$72 \quad 9$	$72 \quad 14$

Die Katapleitzwillinge des Typus III sind wie jene des vorhergehenden Typus Zwillinge mit der Basis als Zusammensetzungsfläche. Eine mehr oder weniger deutliche Grenzlinie läuft bei jedem Krystalle rings um die Flächen des Prismas. Eine solche Zwillingbildung schliesst natürlich die Holoëdrie des hexagonalen Systems aus.

In völlig unangegriffenem Zustande sind diese Krystalle farblos und klar, sie sind aber auch oft braun überzogen. Dem Wetter ausgesetzt gewesene Krystalle sind opak und emailartig und oft angelaufen.

In Schliffen parallel der Basis finden sich isotrope und doppeltbrechende Partien, erstere zeigen eine einaxige Interferenzfigur von positivem Charakter, die doppeltbrechenden Partien löschen parallel einer Prismenfläche aus und zeigen eine zweiaxige Interferenzfigur, an welcher unter dem Mikroskope $2E = 30^{\circ}$ gemessen wurde. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Schon bei 30° ist die Doppelbrechung völlig verschwunden und kehrt beim Abkühlen völlig wieder. Durch Erhitzen wird der ganze Schliff einaxig positiv. Die mimetische Structur ist hier weniger constant als bei den ersten beiden Typen. Selbst durch die Wärme der Hand werden die Schliffe isotrop. Diese molekularen Veränderungen vollziehen sich schon in einem Temperaturumfange von $10^{\circ} - 20^{\circ}$.

Zur Analyse wurden die unvollkommenen Krystalle verwendet. Spec. Gew. (in Benzol) = 2,784. Das Mineral verliert sein Wasser erst bei schwacher Rothgluth, das Pulver schmilzt dabei nicht völlig zusammen, wird aber unlöslich in Säuren, während es sich ungeglüht sehr leicht auflöst. Die Analyse ergab:

		Berechnet aus $Na_2SiO_3 \cdot H_4Zr(SiO_4)_2$:
SiO_2	44,70	45,05
ZrO_2	30,85	30,43
FeO	0,74	—
Na_2O	14,09	15,54
H_2O	9,07	9,04
	<hr/> 99,38	<hr/> 100,00

Fundort an derselben Stelle wie jene des Typus I, nur in losen Blöcken. Krystalle vom Typus I finden sich nicht mit ihnen zusammen. Hauptsächliche Begleiter: feinkörniger Feldspath, nadeliger Aegirin, Elpidit und schwarze pseudomorphosirte Rhomboëder von Rhodochrosit.

20. Zirkon. Dieses Mineral ist in makroskopischen Krystallen in den grönländischen Syeniten wahrscheinlich ziemlich selten. Nur auf dem kleinen Eilande Kitsigsut an der Küste zwischen Sanerut und Nunarsuit kommt er nach dem Berichte Giesecke's¹⁾ in nennenswerther Menge vor.

Im Sodalith-Syenit von Kangerdluarsuk und Tunugdliarfik dagegen fand sich Zirkon nur als Zersetzungsproduct von Eudyalit.

Die Zirkonindividuen von Narsarsuk scheiden sich in zwei gut getrennte Typen.

Typus I, vom gewöhnlichen Habitus, prismatisch nach $m\{110\}$ mit $p\{111\}$ und untergeordnetem $u\{331\}$. Sie erreichen bis 3 cm Grösse. Die Flächen sind stets mehr oder minder gekrümmt, manche zeigen klaffende Risse bis in's Innere. Ihre Farbe ist aschgrau bis leicht bräunlich, kleinere Individuen sind leicht amethystfarbig oder lila. Nur in dünnen Splintern ist er durchscheinend. Glanz eigenthümlich seidenartig oder perlmutterartig sowohl auf den Prismen- wie Pyramidenflächen.

Die Zirkone dieses Typus gehören zu den ältesten der secundären Mineralien. Sie sitzen unmittelbar auf den primären Mikroklin-Individuen, und da diese letzteren gewöhnlich von Albitkrusten überzogen sind, so sind die Zirkonkrystalle in diese Albitkrusten eingebettet und demnach älter als der Albit. Dagegen finden sich jüngere, durchsichtige Aegirinnadeln auf den Zirkonkrystallen. Vorkommen nur ganz spärlich.

Typus II, kleiner als die Krystalle des vorigen Typus, höchstens bis 1 cm gross. Sie sind rein pyramidal nach $p\{111\}$ entwickelt, ab und zu mit ganz untergeordnetem Prisma zweiter Ordnung. Ihre Farbe ist haarbraun bis nahezu schwarz, bei ganz geringer Durchsichtigkeit. Die Krystalle finden sich an derselben Stelle zusammen mit jenen des ersten Typus; doch scheinen die beiden verschiedenen Alters zu sein, und zwar erscheinen die des zweiten Typus als jüngeren Ursprunges. Sie finden sich eingewachsen in Aegirin und umrandet vom selben Mineral in Form von grünen durchsichtigen Nadeln secundären Ursprunges. Als Begleiter erscheinen die jüngeren Mineralien Ancyлит und Yttria-Apalit.

Die optischen Eigenschaften der Krystalle beider Typen sind dieselben. In Schliffen sieht man eine Spaltbarkeit parallel $\{110\}$, nach welcher Richtung auch verschieden gefärbte Zonen verlaufen mit farblosem oder braunem Mittelfelde. In den farblosen Antheilen findet man zahllose graue Einschlüsse ohne erkennbare Begrenzung. Zuweilen ist auch zonarer Aufbau nach $\{100\}$ vorhanden. Die Doppelbrechung ist dieselbe in allen diesen Zonen.

21. Analcim. Die einzigen Zeolithe, welche bei Narsarsuk und zwar nur spärlich aufgefunden wurden, sind Analcim und Natrolith, sie stellen nach Calcit und Rhodochrosit die jüngste Mineralbildung dar und finden sich aufgewachsen auf Mikroklin und Aegirin.

Die Analcimkrystalle sind zu Krusten zusammengelagert und zeigen nur $\{211\}$; ihre Farbe ist weiss, häufig mit bläulichem Ton. Wie an anderen Fundorten, so zeigen auch hier die Krystalle optische Anomalien, Feldertheilungen etc.

¹⁾ Giesecke, Min. Reise i Grøn., Copenh. 1878 (gute Belegstücke in der Münchener Sammlung).

22. Natrolith ist noch spärlicher als der Analcim und bildet Krusten meist über dem Analcim, die kleinen, dicht zusammengehäuften Krystalle bieten nichts Besonderes und zeigen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$. Sie sind nur noch im Kerne frisch, während die äusseren Zonen faserig sind.

23. Biotit. Glimmer sind, mit Ausnahme des secundären Polyolithionits, in Narsarsuk nur ganz spärlich anzutreffen. Es wurden nur einige lose Krystallfragmente aufgefunden.

Die hexagonalen Spaltblättchen sind schwarz, in sehr dünnen Schichten grünbraun. Beinahe optisch einaxig, der Glimmer ist indessen sehr stark chloritisirt.

24. Zinnwaldit (Polyolithionit), ebenfalls kein häufiges Mineral, optisch stimmt es mit Zinnwaldit (Axenebene $\parallel (010)$, Axenwinkel verhältnissmässig gross). Die kleinen Krystallblättchen sind vielfach durch Verwitterung gerundet und nur wenige zeigen scharf entwickelte Flächen. Nur die Basis ist leidlich entwickelt, während die Randflächen der Täfelchen, wie bei den meisten Glimmern, sehr stark gestreift sind (Taf. IX, Fig. 23). Von genauen Messungen ist daher keine Rede. Auf vom Rath's Biotitaxen bezogen führen die Messungen zu den Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $H\{201\}$, $\gamma\{017\}$, $\delta\{\bar{1}.1.11\}$, $g\{\bar{1}14\}$, $u\{\bar{1}11\}$, $\eta\{\bar{2}21\}$. γ , δ und η wären neue Formen für dieses Mineral.

Zwillingsbildung in vielfacher Wiederholung sehr gewöhnlich und zum Theil natürlich Ursache der Streifung. Farbe gelblich oder leicht grün. Doppelbrechung negativ. Spec. Gew. 2,704, Härte 2,5. Vor dem Löthrohre leicht schmelzbar. Eine an drei verschiedenen Portionen ausgeführte Analyse ergab folgendes Gesamtergebniss:

Molekularverhältniss:		
SiO_2	58,68	0,9780
Al_2O_3	10,24	0,2008
Fe_2O_3	4,02	0,0510
MnO	0,31	0,0020
Li_2O	8,24	0,2747
K_2O	11,05	0,1175
Na_2O	4,61	0,0260
F	8,16	0,4294
	102,34	
O	3,44	
	98,87	

Die Formel wäre $(Al, Fe)_4(Li_2, K_2, Na_2)_7F_2Si_{16}O_{45}$. Der Gehalt an Alkalien, speciell Lithion, ist gegenüber dem gewöhnlichen Zinnwaldit ziemlich hoch. Das Mineral findet sich eingewachsen in Feldspath und Epidot.

25. Tainiolith. Ein neues Mineral, das infolge seiner Beschaffenheit sowie seiner Spärlichkeit nur angenäherte krystallographische und chemische Festlegung zulässt. Es gleicht völlig einem Glimmer, zeigt aber einen für dieses Mineral ungewöhnlichen Habitus, obwohl die unzulänglichen Messungen an demselben ergaben, dass alle vorhandenen Formen auf solche in der Glimmergruppe schon bekannte zurückgeführt werden können. Löthrohrversuche erweisen einen beträchtlichen Lithiumgehalt und scheinen das Mineral zum Polyolithionit zu verweisen; das mühsam zusammengebrachte Analysenmaterial ergab aber trotz aller Mängel, dass das Mineral mit keinem der bekannten Glimmerminerale übereinstimmt und deshalb als ein neues Glied der Glimmergruppe aufzustellen ist.

Der Name des Minerals, vom Griechischen *ταμία*, Band, und *λίθος*, wurde gewählt in Hinsicht darauf, dass er stets in band- oder leistenförmigen Individuen sich findet.

Es tritt nur krystallisirt auf, doch sind die Krystalle stets nur ganz klein, im höchsten Falle 5 mm lang und 4 mm breit, die Dicke dagegen bis zu einem solchen Grade verschwindend klein, dass sie oft schon beim Anblasen sich biegen.

Wie alle Glimmer ist der Tainiolith monoklin, doch sind die Messungen nicht geeignet ein eigenes Axenverhältniss aufzustellen, dasselbe weicht kaum von dem des Biotit ab ($a:b:c = 0,5773:1:3,2743$; $\beta = 90^\circ$). Auf dieses bezogen, erhalten die Formen die Symbole: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $e\{023\}$, $\beta\{027\}$, $\mu\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ (Taf. IX, Fig. 15).

Die Formen stützen sich auf folgende Messungen:

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(001)$	$= 90^\circ 0'$	$90^\circ 0'$
$(023):(001)$	65 9	65 23
$(023):(010)$	24 44	24 37
$(027):(001)$	43 33	43 6
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(001)$	81 28	81 49
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(010)$	60 27	60 23
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	60 45	59 44

Die spahnförmigen Krystalle sind stets mit einem Ende aufgewachsen, ihre Längsrichtung entspricht der krystallographischen a -Axe, in der Längszone erscheinen meist nur die Flächen des zweiten und dritten Pinakoids. Die Krystalle sind dabei so dünn, dass nur in ganz seltenem Falle eine Bestimmung dieser Flächen, sowie der anderen genannten Flächen erfolgen konnte. Am ausgebildeten Ende stören Aufblätterung, Spaltung und Rundung weitere krystallographische Bestimmungen, so dass nur ganz vereinzelt auch $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ bestimmt werden konnte. Verf. beobachtete nur einen einzigen Contactzwilling, an welchem die beiden unter 60° gegen einander verwendeten Individuen scheinbar lose mit der Basis aufeinander liegen (Taf. IX, Fig. 16).

Das Mineral ist farblos und meistens auch völlig klar, dickere Exemplare zeigen einen ausgesprochenen blauen Ton. Auslöschung auf basischen Platten parallel dem zweiten Pinakoid, nach welchen auch die Ebene der optischen Axen verläuft. Die spitze Mittellinie ist gegen die Axe c nach vorn ungefähr 5° geneigt. Der scheinbare Winkel der optischen Axen ist merklich kleiner als beim Polyolithionit, etwa 50° , die Doppelbrechung ist negativ und nicht sehr stark, Härte etwa 2,5—3, die Spaltbarkeit gleich vollkommen wie beim Muscovit. Das spec. Gew. (in Benzol) 2,86. Vor dem Löthrohre leicht zu einem blasigen Glase schmelzbar, bei intensiver Rothfärbung der Flamme; wird von Salzsäure langsam aber vollständig zersetzt.

Zur Analyse konnten nur 0,0970 g Material gewonnen werden, dessen Analyse Herrn Mauzelius zu dem auf S. 669 oben folgenden Ergebnisse führte.

Der Glühverlust, welcher H_2O oder F sein kann, wurde als Wasser genommen und die folgende Formel aufgestellt: $(Mg.OH)_2(Ka,Na,Li)_2Si_3O_8 + H_2O$.

Diese Zusammensetzung weicht beträchtlich von der aller bisher bekannten Glimmer ab, so dass es sehr wünschenswerth wäre, wenn an reichlicherem

		Molekularverhältniss:	
SiO_2	52,2	0,864	3,07
Al_2O_3	2,7	0,072	0,553
FeO	0,6	0,008	
MgO	19,4	0,473	
K_2O	11,5	0,122	0,264
Na_2O	1,8	0,029	
Li_2O	3,8	0,113	
Glühverl. (als H_2O ber.)	8,7	0,483	1,72
100,0			

Material eine genauere Feststellung der chemischen Zusammensetzung erfolgen könnte.

Das Mineral fand sich in kleinen Drusenräumen, zwischen grösseren Krystallen von Feldspath und Aegirin, meist auf Feldspath aufgewachsen. Als erwähnenswertheste Begleiter wären Narsarsukit zu nennen, sowie kleine Täfelchen von Graphit.

26. Neptunit (s. diese Zeitschr. **23**, 346 und **26**, 86).

Den früheren Angaben über dieses Mineral ist noch Folgendes beizufügen: Das Mineral erscheint in drei verschiedenen Typen, welche auch an verschiedenen Stellen und in besonderer Mineralassociation gefunden wurden.

Typus I. Zu diesem gehören die bereits früher (l. c.) vom Verf. beschriebenen oktaëderähnlichen Krystalle, welche die Formen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{301\}$, $\{201\}$, $\{111\}$, $\{221\}$, $\{512\}$, $\{111\}$ aufweisen. Zwillinge nur sehr selten, Verf. hat deren drei beobachtet. Zwillingsebene das dritte Pinakoid.

Diese Krystalle scheinen alle von einer und derselben Fundstelle gekommen zu sein, wo sie sich lose im Gesteinsschutt fanden, der nun völlig ausgesucht ist, da Verf. sie an den anderen Fundstellen nicht auffinden konnte.

Gewöhnlich sind die Krystalle auf grössere Individuen von Aegirin, Mikroklin oder Quarz aufgewachsen. Der Quarz ist stark corrodirt, und es hat den Anschein, dass dieser Zersetzungsprocess vor der Bildung des Neptunits stattgefunden hat. Als jüngere oder gleichzeitige Bildungen treten auf: Elpidit, Epidymit, Parisit, Polyolithonit, Calcit u. s. w.

Typus II. Nach der Verticalaxe prismatisch verlängerte Krystalle, welche durch das Fehlen des dritten Pinakoids sich von allen anderen unterscheiden. Sie zeigen die Combination $\{100\}$, $\{010\}$, $\{201\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{512\}$ nach Nordenskiöld; der Verf. fand noch grössere Krystalle dieses Typus, an denen er $\{100\}$, $\{110\}$, $\{301\}$, $\{201\}$, $\{111\}$, $\{221\}$, $\{311\}$, $\{712\}$ beobachtete.

Die Krystalle sind zuweilen beiderseitig ausgebildet, meist aber an einem Ende aufgewachsen. Die vorherrschenden Flächen sind jene des verticalen Prismas, welche gut entwickelt und glänzend sind, aber auch öfters eine gitterförmige Streifung zeigen nach verticaler Richtung und nach der Kante mit $\{221\}$.

Die Flächen des ersten Prismas sind stets stark nach der Verticalrichtung gestreift, unter den Endflächen herrscht $\{301\}$ vor, ist aber nicht sehr glänzend. Die Flächen von $\{201\}$ erscheinen nur als sehr kleine, glänzende Dreiecke. $\{111\}$ und $\{221\}$ sind glänzend, aber parallel ihrer gemeinsamen Kante gestreift. $p\{311\}$ und $q\{712\}$ sind neue Formen, die erstere wird von $d\{301\}$ gerade abgestumpft, die letztere liegt in den Zonen $[110 : 301]$ und $[110 : 311]$, beide sind stets nur ganz schmal ausgebildet, aber vorzüglich spiegelnd. Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$p : p = (\bar{3}11) : (\bar{3}\bar{1}1) =$	$47^0 4'$	$47^0 4'$
$p : m = (\bar{3}11) : (\bar{1}10) =$	$36 47$	$36 36$
$p : m = (\bar{3}11) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$79 3$	$78 55$
$q : m = (\bar{7}12) : (\bar{1}10) =$	$45 32$	$45 26$
$q : m = (\bar{7}12) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$65 35$	$65 43$

Zwillinge äusserst selten, nur ein einziger wurde aufgefunden. Das Gesetz ist dasselbe wie beim Typus I: Verwachsungsfläche die Basis, die beiden c -Axen bilden $51^0 46'$ mit einander, Messungen ergaben: $a : a = (100) : (100) = 50^0 47'$ (ber. $51^0 46'$), $m : m = (110) : (110) = 32^0 45'$ (ber. $32^0 24'$). Das Vorkommen der Krystalle dieses Typus beschränkt sich auf einen einzigen Platz in einem pegmatitischen, stark zerklüfteten Gestein, innig vergesellschaftet mit Aegirin und umhüllt von erdiger, dunkelbrauner, stark manganhaltiger Substanz. Epididymitnadeln durchwachsen den Neptunit, erscheinen also als ältere Bildung, während Elpidit und Neptunit sich gegenseitig durchdringen, also gleichalterig sein dürften. Entschieden jüngere Bildungen sind: Parisit, Fluorit, Polyolithionit, Calcit und Cordylit, welch letzteres Mineral für diese Fundstelle besonders charakteristisch ist.

Typus III. Die Krystalle dieses Typus bilden ein Mittelglied zwischen den beiden anderen, sie sind nur von geringer Grösse, etwa 3—4 mm lang und 1—2 mm breit. Sie sind mehr prismatisch als die Krystalle des I. Typus, und haben etwas andere Ausbildung der Endflächen als jene des Typus II, im übrigen zeigen sie alle Formen, wie jene der beiden anderen Typen, mit Ausnahme von $q\{\bar{7}12\}$. Die abgebildeten Combinationen zeigen (Taf. IX, Fig. 24): $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $d\{\bar{3}01\}$, $e\{\bar{2}01\}$, $f\{\bar{1}01\}$, $s\{111\}$, $v\{221\}$, $x\{311\}$, $r\{\bar{2}21\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $i\{\bar{1}12\}$, $p\{\bar{3}11\}$, $u\{\bar{5}12\}$.

Die Entwicklung und Beschaffenheit der Flächen ist eine sehr gute, so dass genaue Messungen möglich waren. $x\{311\}$ ist für Neptunit neu, die Flächen sind stets sehr schmal, doch immerhin noch durch die Zonen $[110 : 1\bar{1}1]$ und $[100 : 111]$ bestimmbar. An einem anderen Krystalle fanden sich die beiden neuen Formen $r\{\bar{2}21\}$ und $f\{\bar{1}01\}$. f liegt mit schmalen Flächen in den Zonen $[001 : 100]$ und $[111 : \bar{1}\bar{1}1]$; $r\{\bar{2}21\}$ in den Zonen $[001 : \bar{1}\bar{1}1]$ und $[100 : 221]$; an einem dritten $i\{\bar{1}12\}$ in den Zonen $[001 : \bar{1}\bar{1}1]$ und $[100 : \bar{5}12]$. Weiter werden ganz einfache Krystalle, nur begrenzt von $\{110\}$, $\{001\}$ und $\{\bar{3}01\}$ erwähnt, an welchen die Flächen von $\{\bar{3}01\}$ die Eigenthümlichkeit darbieten, dass sie in ihren centralen Theilen in eine braune erdige Substanz umgewandelt sind, während die Kanten erhalten sind. Diese Erscheinung ist zuweilen so weitgehend, dass nur eine dünne Hülle von dem Krystalle übrig bleibt, dessen $\{110\}$ - und $\{001\}$ -Flächen noch glänzend sind, der aber innen nur aus einem braunen Pulver besteht und unter den Fingern zerbricht.

Die Krystalle dieses III. Typus fanden sich nur spärlich im Schutte; in dem darunter liegenden Syenit waren weder Neptunit noch sonstige Pegmatitmineralien zu finden, wie gewöhnlich sind Mikroklin und Aegirin seine hauptsächlichsten Begleiter. Manchmal haftet etwas Polyolithionit diesen Mineralien an, der begleitende Epididymit scheint älter und Parisit jünger als der Neptunit zu sein. Grünlichgraue Säulchen eines serpentinartigen Zersetzungsproductes scheinen aus Elpidit entstanden zu sein.

Nur an der Fundstelle dieser Krystalle erscheint als Begleiter auch der Narsarsukit, wobei die besondere Eigenthümlichkeit zu Tage tritt, dass da, wo

die beiden Mineralien miteinander zum Contact gelangen, keines derselben ganz frisch ist.

Eine Tafel von Narsarsukit bestand nur noch aus einer äusserlichen Hülle von unzersetztem Mineral, während das Innere aus einem Gemenge mikroskopischer Individuen anderer Mineralien bestand, unter welchen farblose, dem Elpidit gleichende Nadelchen sich finden, welche indessen, da sie eine beträchtlich stärkere Doppelbrechung besitzen, nicht diesem Mineral angehören können. In diesem Aggregate liegt ein ziemlich grosser Neptunit, welcher mit diesen Zersetzungsproducten gleichzeitig entstanden zu sein scheint; es hat den Anschein, als wenn dieser Krystall einen Druck auf die verbliebene Narsarsukithülle ausgeübt hätte, deren beide Seiten nach auswärts gekrümmt sind. Es könnte also der Neptunit auf Kosten des Narsarsukit gebildet worden sein, während Mangan- und Eisenoxyd, sowie Kali aus anderer Quelle stammen müssen.

27. Lorenzenit (nach dem † dänischen Mineralogen Joh. Lorenzen). Dieses neue Mineral findet sich nur krystallisirt und nur in ganz kleinen, etwa 4 mm langen und 0,4 mm dicken Nadelchen; diese geringen Dimensionen erschweren begreiflicherweise die Untersuchung. Das Krystallsystem ist rhombisch, die Formen können auf das Axenverhältniss $a:b:c = 0,6042:1:0,3592$ bezogen werden, welches aus den Winkeln $(120):(1\bar{2}0) = 100^{\circ}47'$ und $(111):(110) = 55^{\circ}43'$ hergeleitet wird, sie erhalten die Symbole: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $x\{1.12.0\}$, $p\{111\}$, $o\{231\}$ (s. Taf. IX, Fig. 26).

a ist sehr selten und ganz winzig, b etwas häufiger, beide meist gestreift; $m\{110\}$ findet sich an den meisten Krystallen nur als kleine Fläche, $n\{120\}$ ist die besonders herrschende Form an allen Krystallen, darnach folgt $x\{1.12.0\}$ oft mit ziemlich breiten Flächen. Die Flächen der Verticalzone sind meist parallel der Zonenaxe gestreift und daher selten gut messbar. Unter den Endflächen herrscht stets $p\{111\}$, mit mehr oder minder drusigen und matten Flächen, untergeordnet erscheint $o\{231\}$, aber mit stets glänzenden Flächen. Doppelendige Ausbildung der Krystalle ziemlich häufig. Verf. unterscheidet zwei Typen.

Typus I, zeigt nur $p\{111\}$ als Endfläche, stets matt. Als weitere Eigenthümlichkeit ist zu erwähnen, dass die beiden Enden schwarz sind, während die mittleren Theile licht und durchsichtig erscheinen. Die Dunkelfärbung wird durch nicht näher bekannte Einschlüsse hervorgerufen.

Typus II. Die Krystalle dieses Typus sind etwas grösser als jene des Typus I, als Endflächen erscheinen $p\{111\}$ und $o\{231\}$; sie sind meist etwas flach nach dem zweiten Pinakoid. Die Farbe ist überall gleichmässig dieselbe, meist bräunlich und etwas weniger durchsichtig. Auch ein Stich ins Violette ist zu bemerken.

Die Messungen ergaben die folgenden Werthe:

	Beobachtet:	Berechnet:
$a:b = (100):(010)$	$= 89^{\circ}53'$	$90^{\circ}0'$
$n:n = (120):(1\bar{2}0)$	$*100\ 47$	—
$n:n = (120):(\bar{1}20)$	79 42	79 43
$m:n = (110):(120)$	48 52	49 45
$x:n = (1.12.0):(120)$	34 33	34 45
$p:m = (111):(110)$	$*55\ 43$	—
$p:b = (111):(010)$	72 32	72 55
$p:p = (111):(\bar{1}\bar{1}1)$	34 35	34 49

	Berechnet:	Beobachtet:
$p : p = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$= 58^{\circ} 14'$	$58^{\circ} 27'$
$p : n = (111) : (120)$	$57 \ 45$	$57 \ 25$
$o : n = (231) : (120)$	$32 \ 52$	$32 \ 34$
$o : o = (231) : (\bar{2}\bar{3}\bar{1})$	$78 \ 28$	$78 \ 20$
$o : o = (231) : (\bar{2}\bar{3}\bar{1})$	$70 \ 34$	$70 \ 40$

Das Mineral besitzt einen starken Diamantglanz. Die Auslöschung auf allen Längsflächen ist parallel der Längskante. Schliffe parallel dem ersten Pinakoid sind nahezu farblos, mit ganz schwachem bräunlichen Ton. Parallel der c -Axe schwingendes Licht zeigt keine nennenswerthe Absorption, das \parallel der b -Axe schwingende dagegen einen schwachen bräunlichen oder etwas violetten Ton. Schliffe \parallel dem zweiten Pinakoid sind von etwas ausgesprochener Färbung, aber auch hier ist das $\parallel c$ schwingende Licht kaum absorbiert, während das $\parallel a$ schwingende stärker absorbiert wird mit denselben, wenn auch etwas kräftigeren Farben wie nach b . Es ist demnach $a > b > c$. Ebene der optischen Axen \parallel dem ersten Pinakoid. Index α entspricht der c -Axe, β der a - und γ der b -Axe, letztere ist erste Mittellinie, daher ist der Lorenzenit optisch positiv. Aus einer kleinen Gruppe paralleler Krystalle konnte der Verf. ein der Verticalaxe paralleles Prisma herstellen und folgende Messungen ausführen:

	Roth:	Gelb:	Grün:
α	$= 1,7320$	$1,7434$	$1,7580$
γ	$= 1,7785$	$1,7876$	$1,8025$
$\gamma - \alpha$	$= 0,0465$	$0,0445$	$0,0445$

β war nicht zu bestimmen. Für Licht von mittlerer Wellenlänge ergab sich $2E = 72^{\circ}$.

Die Härte ist wenig über 6, da Adular noch eben geritzt wird. Eine deutliche Spaltbarkeit geht $\parallel n\{120\}$, andere konnten nicht festgestellt werden. Vor dem Löthrohre leicht zu einer schwarzen Kugel schmelzend; mit Phosphorsalz Kieselskelett, nur von Flusssäure zersetzbar. Spec. Gew. (in Benzol) $= 3,42$; zur Analyse (Mauzelius) standen 0,5727 g zu Gebote.

SiO_2	34,26	0,567	2,00
TiO_2	35,45	0,439	} 1,89
ZrO_2	11,92	0,097	
Na_2O	17,12	0,276	} 0,99
K_2O	0,37	0,004	
H_2O	0,77		
	99,59		

Unter Vernachlässigung des geringen Wassergehaltes ergibt sich die Formel: $Na_2O \cdot 2(Ti, Zr)O_2 \cdot 2SiO_2 = Na_2(TiO)_2 SiO_7$.

Das Mineral fand sich nur spärlich an einer Fundstelle zu Narsarsuk als secundäre Bildung mit Aegirin, Mikroklin, Albit, Arfvedsonit, Elpidit, Rhodochrosit, Epididymit, Polyolithionit u. s. w. Der Aegirin fand sich in zwei verschiedenen Generationen. Die Krystalle der älteren ersten Generation sind sehr gross und ragen in Drusenräume des Pegmatits hinein, wo sie einem starken Zersetzungsprocesse anheim gefallen sind. Zahlreiche Risse, meist \parallel der Spaltbarkeit, durchziehen die Krystalle, längs welchen vom freien Ende her die Zerstörung der Krystalle begonnen hat. Sie enden oft nur noch in eine Anzahl Spitzen oder haben ein asbestartiges Ansehen, auch \parallel den Längsflächen sind sie stark zerfressen und zerfasert; zwischen den stehen gebliebenen Aegirinnadeln haben sich

Krystalle von Lorenzenit des II. Typus angesiedelt, ebenso auch Elpidit, so dass diese beiden Mineralien wohl gleichzeitig während des Zersetzungsprocesses des Aegirins gebildet wurden; als letzte Bildung erscheinen auf diesen Krystallen kleine Täfelchen von Polythionit.

Auf kleinen frischen Aegirinkrystallen finden sich Lorenzenitkrystalle, beide mit parallel orientirten c -Axen, aufgewachsen, während das erste Pinakoid des Aegirins coincidirt mit dem zweiten Pinakoid des Lorenzenits.

Die zweite Aegiringeneration besteht aus kleinen grün durchsichtigen, glänzenden Nadeln mit spiegelnden Endflächen, mit ihnen findet sich der Lorenzenit des Typus I. Die Kryställchen dieses Typus sind glänzende Nadelchen, welche unregelmässig in Feldspath eingewachsen erscheinen, wo dieses Mineral an den primären Aegirin angrenzt. Kleine secundäre Krystalle von Mikroklin, Albit und Epididymit sind die gewöhnlichen Begleiter, welche überdies noch von einer erdigen stark abfärbenden Masse, hervorgegangen aus Rhodochrosit, bedeckt sind.

28. Leukosphenit. Der Name ist abgeleitet von $\lambda\epsilon\upsilon\kappa\omicron\varsigma$ weiss und $\sigma\phi\eta\nu$ Keil, in Bezug auf Farbe und Form des Minerals.

Es fand sich nur krystallisirt und in ganz geringer Menge. Die Kryställchen sind sehr klein, und nur einzelne zeigten eine Länge von 5 mm und 1—2 mm Dicke. Ihre Entwicklung ist eine ziemlich gute, so dass befriedigende Messungen zu erlangen waren.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5813 : 1 : 0,8504; \beta = 93^{\circ} 23'.$$

Zur Berechnung dienen die Werthe $(130) : (1\bar{3}0) = 120^{\circ} 45'$; $(130) : (001) = 88^{\circ} 49'$ und $(401) : (001) = 53^{\circ} 24'$.

Die Formen erhalten die folgenden Symbole: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $x\{011\}$, $d\{101\}$, $m\{140\}$, $n\{130\}$, $s\{112\}$, $p\{1\bar{1}1\}$, $g\{133\}$, $r\{263\}$. Der Habitus der Krystalle ist ein ziemlich gleicher bei allen Individuen, mit Ausnahme dass untergeordnete Formen bald fehlen, bald vorhanden sind. Stets auftretende Formen, welche den Krystallhabitus bedingen, sind $c\{001\}$, $b\{010\}$ und $n\{130\}$. Sie sind parallel der a -Axe verlängert und mehr oder weniger tafelig nach c , an manchen Individuen ist c und b gleich gross entwickelt oder die Krystalle sind sogar tafelig nach (010) . Die übrigen Flächen sind untergeordnet und erscheinen, wie schon erwähnt, in wechselnder Ausbildung, a und s nur an einem einzigen Krystalle, welcher nur einseitig ausgebildet war. Dieser Krystall weicht etwas ab vom Aussehen der übrigen Krystalle, indem hier die durch n bedingte Keilform nicht mehr hervortritt.

Die Leukosphenitkrystalle (Taf. IX, Fig. 27, 28, 29) des gewöhnlichen Typus sind meist beiderseitig ausgebildet; c erscheint durch Alterniren von c und $x \parallel$ deren Kanten gestreift, manchmal ist diese Streifung nur auf der einen Seite, auf der anderen ist c matt. Die Flächen von b sind \parallel der Längsrichtung durch Alterniren mit den Flächen von n gestreift und zwar stärker gegen die beiden Enden als in der Mitte, wodurch eine Rundung gegen die beiden Enden bedingt wird. Die Streifung geht auch noch zuweilen auf n über. Der schon erwähnte Krystall (Fig. 30) macht eine Ausnahme, indem er alle diese Mängel nicht zeigt. Verf. hat acht Krystalle gemessen und deren Werthe einzeln mitgetheilt.

	Berechnet:	Gemessen Mittel:	Grenzen:	Anzahl d. Mess.:
(001):(010) =	90° 0'	90° 21' ₂	89° 47' — 90° 28'	8
(011):(001)	40 19	40 13	39 56 — 40 23	3
(100):(001)	86 37	86 38 ₂	—	4
(101):(001)	*53 21	53 27	53 20 — 53 44	5
(130):(130)	*120 15	120 17	120 11 — 120 22	3
(110):(110)	60 16	60 28	59 55 — 60 51	3
(110):(130)	29 23	30 2	29 51 — 30 41	6
(130):(001)	*88 19	88 18	88 14 — 88 25	7
(133):(001)	43 33	43 23	43 21 — 43 25	2
(263):(001)	61 36	61 41	61 17 — 62 6	2
(111):(001)	61 35	61 37	61 36 — 61 38	2
(221):(001)	38 59	38 51	38 47 — 38 56	2

Zwillinge nach der Basis (001) häufig, Zwillingsaxe \perp dazu, Drehung 180° (Fig. 29); die n -Flächen bilden dabei nur ganz schwach gebrochene aus- und einspringende Winkel, welche fast in eine Ebene zu fallen scheinen. Die beiden Verticalaxen bilden miteinander den Winkel $2(\beta - 90^\circ) = 7^\circ 16'$. An einem Krystall wurde gemessen:

$$d : \bar{d} = 73^\circ 20' \text{ gem. } 73^\circ 22' \text{ ber.}$$

$$n : \bar{n} = 3 \ 24 \quad - \quad 3 \ 30 \quad -$$

Die Farbe des Leukosphenits ist weiss, oft mit einem blaugrauen Ton, sprunghfreie Exemplare sind manchmal ganz klar, sonst etwas opak. Glasglanz, auf b und n auch Perlmutterglanz. Optische Orientirung auf (100) und (001) entsprechend dem monoklinen Charakter \parallel (010), auf Schlifflin \parallel der Symmetrieebene fällt eine Auslöschung mit der Richtung der Axe a zusammen, die andere bildet $3^\circ 21'$ im stumpfen Winkel β mit der Verticalaxe, diese entspricht der optischen Normalen, da die optische Axenebene beinahe \parallel dem dritten Pinakoid liegt. Die erste Mittellinie (spitze Bisectrix) fällt mit der a -Axe zusammen und ist Richtung der grössten Lichtgeschwindigkeit, das Mineral ist also optisch negativ. Zur Bestimmung der optischen Constanten dienten natürliche und geschliffene Prismen. Erstere wurden gebildet von zwei Flächen (130) und (130), die brechende Kante fällt also mit der c -Axe zusammen, entspricht aber nicht genau der Richtung der mittleren Lichtgeschwindigkeit. Die Abweichung von $3^\circ 23'$ bedingt daher eine, wenn auch nicht besonders ins Gewicht fallende Ungenauigkeit, der unvermeidliche Fehler beim Schleifen des künstlichen Prismas wird wohl kaum geringer sein. Letzteres hat eine c -Fläche und eine dazu um $31^\circ 42'$ geneigte Schlifffläche zur Begrenzung, brechende Kante \parallel b -Axe. Es ergaben sich damit:

	α	β	γ	$\alpha - \gamma$
Roth	1,6404	1,6572	1,6829	0,0428
Gelb	1,6445	1,6609	1,6878	0,0433
Grün	1,6475	1,6638	1,6923	0,0448

woraus sich berechnet:

$$2 \sqrt{a} = 79^\circ 26' \text{ roth, } 77^\circ 4' \text{ gelb, } 75^\circ 18' \text{ grün.}$$

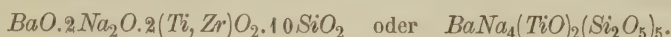
Dispersion ist ziemlich beträchtlich, $\rho > v$.

Spec. Gew. in Benzol, bestimmt von Mauzelius, ergab sich zu 3,05, Härte 6,5. Deutliche Spaltbarkeit parallel $b(010)$, nach n konnte trotz zuweilen bemerkbaren Perlmutterglanzes keine Spaltbarkeit gefunden werden.

Zur Analyse standen nur 0,5238 g Substanz zur Verfügung; Herr Mauzelius fand folgende Bestandtheile:

		Molekularverhältniss:	
SiO_2	56,94	0,943	10
TiO_2	13,20	0,165	} 2,06
ZrO_2	3,50	0,025	
BaO	13,75	0,090	0,95
Na_2O	11,14	0,180	} 1,97
K_2O	0,56	0,006	
H_2O	0,31		
	99,40		

Um zu einem annehmbaren Verhältnisse zwischen sauren und basischen Bestandtheilen zu gelangen, müssen TiO_2 und ZrO_2 zu den letzteren gerechnet werden. Es ergibt sich dann:



Es wäre dies ein Dimetasilicat, dem einzig der Petalit in der Zusammensetzung entsprechen würde, doch fand der Verf. keinerlei Analogie in ihren krystallographischen Constanten, während er eine theilweise Uebereinstimmung mit Eudidymit und Leukosphenit zu finden glaubt, wenn man die a -Axe des ersteren Minerals mit 3 multiplicirt, ebenso könnte man die chemische Formel des Eudidymit theilweise auf dieselbe Säure $H_2Si_2O_5$ beziehen.

Vor dem Löthrohre decrepitirt das Mineral und schmilzt mit einiger Schwierigkeit zu einer dunkeln Kugel, mit Phosphorsalz Kiesel skelett, wird nur von Flusssäure zersetzt.

Fand sich an einer einzigen Stelle in Narsarsuk in ganz kleiner Menge. In einer ganz losen Masse weisser und ziemlicher frischer Elpiditnadeln fanden sich kleine Krystalle von anderen Mineralien wie Epididymit, Albit, Polyolithionit und der Leukosphenit. Er ist jünger als der Elpidit.

29. Elpidit ist eines der häufigsten Mineralien in Narsarsuk. Es findet sich fast an allen Fundstellen, wechselt aber sehr in Form, Structur und Farbe. Es ist zwar nie sehr ansehnlich, meist von stengeliger Structur und grauer Farbe. Die einzelnen Stengel des Elpidits variiren in ihrer Grösse von Haarbiss Fingerdicke und darüber. In der Längszone sind sie zumeist begrenzt von einem prismatischen Flächenpaare, welches Winkel von 424^0 und 56^0 , ähnlich dem Amphibol, bildet. Krystalle mit Endflächen sind sehr selten und finden sich nur unter den kleinsten, farblosen oder weissen Individuen, gewöhnlich sind die meisten Individuen durch gerundete oder Bruchflächen begrenzt oder ausgefasert, oder quer und längs gebrochen oder gesplittet.

Die Aggregation der Elpiditindividuen ist eine ganz unregelmässige, in ihren Zwischenräumen haben sich viele jüngere Mineralbildungen angesiedelt, zuweilen sind sie auch ganz mit Calcit ausgefüllt. Der Elpidit bildet ferner ganz compacte und harte Massen von sehr feinen verfilzten Nadeln und mehr röthlicher Farbe, welche dann sehr dem »Spreustein« vom Langesundfjord gleichen.

Die Krystallform dieses Minerals hat bereits G. Nordenskiöld (diese Zeitschr. 26, 83) mitgetheilt, sie ist rhombisch. Herr Flink kommt zu fast genau denselben Resultaten.

$$a:b:c = 0,5117:1:0,9781 \text{ (Nordenskiöld)} \\ 0,51008:1:0,97813 \text{ (Flink).}$$

Die Formen sind ebenfalls dieselben, mit Ausnahme einer neuen g , nämlich: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $d\{011\}$, $e\{013\}$ und $g\{102\}$. Der Werth der Axe a dürfte genauer sein als bei Nordenskiöld. Als Fundamentalwinkel dienten:

$$(110):(1\bar{1}0) = 45^{\circ}3' \quad \text{und} \quad (031):(0\bar{3}1) = 88^{\circ}45'.$$

Die gewöhnlichen Elpiditindividuen, welche keine Endflächen haben, sind in ihrer Längszone begrenzt von $m\{110\}$ und $n\{120\}$, letzteres meist vorherrschend, und ähneln sehr gewöhnlichen Aktinolithsäulen, vereinzelt tritt auch $a\{100\}$ auf.

An wohlausgebildeten Krystallen findet man auch das zweite Pinakoid b , welches häufiger ist als a , n ist stets grösser als m (Taf. IX, Fig. 34). Die Flächen der Längszone sind stets stark \parallel der Zonenaxe gestreift und daher selten genau messbar. Häufigste Endflächen sind $d\{011\}$ und $c\{001\}$, erstere vorherrschend, c ist oft fehlend, die neue Form g fand sich nur an einigen wenigen verhältnissmässig grösseren Krystallen, aber sehr glänzend und eben. Die wichtigsten Winkel sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : b = (100) : (010)$	$= 89^{\circ}56'$	$90^{\circ} 0'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$*54 \quad 3$	—
$m : b = (110) : (010)$	$62 \quad 39$	$62 \quad 58$
$m : a = (110) : (100)$	$26 \quad 58$	$27 \quad 2$
$n : n = (120) : (1\bar{2}0)$	$88 \quad 45$	$88 \quad 52$
$n : m = (120) : (110)$	$18 \quad 28$	$18 \quad 32$
$d : d = (011) : (0\bar{1}1)$	$*88 \quad 45$	—
$d : c = (011) : (001)$	$44 \quad 20$	$44 \quad 22$
$g : c = (102) : (001)$	$43 \quad 48$	$43 \quad 48$
$g : a = (102) : (100)$	$46 \quad 8$	$46 \quad 12$
$d : n = (011) : (120)$	$59 \quad 49$	$60 \quad 1$
$g : d = (102) : (011)$	$59 \quad 3$	$58 \quad 57$
$g : n = (102) : (120)$	$60 \quad 40$	$61 \quad 2$

Bezüglich ihrer Durchsichtigkeit giebt es opake Säulen, emailweise und klare durchsichtige Krystalle, letztere sind die best entwickelten aber auch die seltensten und von solcher Kleinheit, dass nicht genug Material für die optische Untersuchung beschafft werden konnte. Zu letzterem Zwecke standen nur die säuligen Krystalle zur Verfügung. Dieselben sind aber meistens opak infolge einer Zersplitterung in haarfeine Fasern, wodurch die Schliffe ein asbestartiges Aussehen gewinnen. Nur gelbliche und möglichst rissfreie Partien, welche auch völlig durchsichtig wurden, konnten verwendet werden.

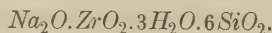
Schliffe parallel den beiden verticalen Pinakoiden zeigen Auslöschung \parallel der c -Axe und die grösste Lichtgeschwindigkeit. In Schliffen nach $a\{100\}$ ist ein Axenaustritt bemerkbar, obwohl die Axen selbst nicht mehr in das Gesichtsfeld des Mikroskops treten. Die Axenebene ist $\parallel \{010\}$. Schliffe nach dem dritten Pinakoid waren nicht anzufertigen, so dass der optische Axenwinkel nicht bestimmbar war.

Aus den gelben säuligen Krystallen wurden Prismen geschliffen, eines mit der brechenden Kante \parallel der b -Axe und einer Fläche des ersten Pinakoides. Es diente zur Bestimmung von α und β ; ein zweites Prisma mit der brechenden Kante \parallel der a -Axe und einer Fläche des zweiten Pinakoides ergiebt γ und α . Die Werthe sind:

	α	β	γ	$\gamma - \alpha$
Roth	1,5575	1,5620	1,5700	0,0125
Gelb	1,5600	1,5650	1,5739	0,0139
Grün	1,5632	1,5674	1,5766	0,0134

Hieraus berechnet sich $2V = 74^{\circ}2'$ (roth), $75^{\circ}12'$ (gelb), 77° (grün). Dispersion $\varrho < v$.

Die Analyse Lindström's (diese Zeitschr. **26**, 83) führt auf die Formel:



Einige Schwierigkeit macht die beträchtliche Menge Wasser, die meisten Krystalle erscheinen mikroskopisch nicht mehr ganz frisch. Ausser den ganz seltenen klaren Krystallen sind nur die gelben Säulen leidlich frisch; Lindström scheint diese aber nicht gehabt zu haben, da er Seidenglanz erwähnt, welcher für die veränderte asbestartige Form charakteristisch ist. Nun ist die Natur dieser Veränderung zwar nicht bekannt, dass sie aber mit Wasseraufnahme verbunden war, erscheint sicher. Die gefundene Menge Wasser, mit Ausnahme von $\frac{1}{2}\%$, geht schon vor erreichter Glühhitze weg, $5,89\%$ sogar schon zwischen $150^{\circ}C.$ und 100° . Es ist also zweifellos ein Theil des Wassers secundär; betrachtet man aber die ganze Wassermenge als nicht zur ursprünglichen Verbindung gehörig, so wäre die Formel $Na_2Si_2O_5 + Zr(Si_2O_5)_2$.

Diese Zusammensetzung wäre vollständig analog derjenigen des Narsarsukit und Leukospheinit, welche nur in frischem Zustande bekannt sind.

30. Narsarsukit. Dieses neue Mineral ist in Narsarsuk so weit vorbereitet, dass man es geradezu als charakteristisch für diesen Platz ansehen kann. Der Verf. hat es daher auch Narsarsukit genannt. Das Mineral findet sich nur in Krystallen, welche aber sehr leicht brechen und splintern, so dass man selten ganz unzerbrochene Krystalle erhält. Die Krystalle gehören dem tetragonalen System und zwar wahrscheinlich der bipyramidalen Klasse desselben an.

Tetragonal, $a : c = 1 : 0,52352$.

Fundamentalwinkel $(111) : (110) = 53^{\circ}29'$. Die beobachteten Formen sind $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $p\{111\}$. Alle Krystalle sind tafelig nach der Basis. Nur einige wenige kleine Krystalle zeigen auch die prismatischen Formen etwas grösser entwickelt und sind dann würfelig oder kurzprismatisch. $m\{110\}$ ist in der Verticalzone die häufigste und grösst ausgebildete Fläche, $a\{100\}$ erscheint meist nur als Kantenabstumpfung, noch seltener und klein, oft nur als Streifung $n\{210\}$. Die Flächen dieser Form treten nur einseitig auf und scheinen auf pyramidale Hemiedrie zu deuten (Taf. IX, Fig. 33). Aetzversuche schafften in dieser Frage keine Klarheit.

An einigen wenigen Krystallen trat $a\{100\}$ als einzige Fläche der Verticalzone auf, in Verbindung mit kleinen $p\{111\}$ -Flächen, welche Form stets nur klein und an wenigen Krystallen zu finden ist (Taf. IX, Fig. 32).

Was die Beschaffenheit der Flächen anbelangt, so ist (001) stets etwas uneben, bedingt durch rundliche oder flach pyramidale Erhöhungen, und wenig glänzend. Die Verticalflächen sind alle glänzend, aber stark längsgestreift, p ist glatt und spiegelnd. Es geht daraus hervor, dass die Krystalle keine scharfen Einstellungen gestatten, immerhin aber doch genügen, um die Constanten feststellen zu können.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m' = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 90^\circ 4'$		$90^\circ 0'$
$m : a = (110) : (100)$	44 53	45 0
$a : a' = (100) : (010)$	89 52	90 0
$n : a = (210) : (100)$	17 58	18 17
$c : a = (001) : (100)$	90 3	90 0
$p : c = (111) : (001)$	36 24	36 34
$p : a = (111) : (100)$	65 2	65 7

Zwillinge scheinen nicht vorzukommen. Spec. Gew. = 2,754 bei 20° C. Härte wenig über 7, da es Quarz noch schwach ritzt. Eine äusserst vollkommene Spaltbarkeit geht $\parallel m\{110\}$, nach welcher die Krystalle leicht zersplittern, so dass keine zusammenhängenden Schiffe nach c gemacht werden können.

Die Farbe des Narsarsukit ist in seinen klarsten Partien honiggelb bis röthlichbraun, welche Farbe bei beginnender Verwitterung in ockergelb übergeht; stärker zersetzte Krystalle sind graubraun. Im Dünnschliffe nach der Hauptaxe ist das Mineral farblos. In gewöhnlichen Dünnschliffen ist kein Pleochroismus bemerkbar, in dickeren Schliffen ist er ziemlich deutlich. In der Richtung der grössten Absorption \parallel der c -Axe ist die Farbe röthlichgelb. Diese Farbe ist aber nicht gleichmässig vertheilt, sondern erscheint nur stellenweise, zwischen farblosen Partien. Licht senkrecht zur c -Axe schwingend erscheint farblos. Einaxig, ungestörtes Axenbild, Doppelbrechung positiv. Brechungscoefficienten, bestimmt an einem Prisma von $44^\circ 7'$:

	Li	Na	Tl
$\omega =$	1,5492	1,5532	1,5576
$\varepsilon =$	1,5801	1,5842	1,5861

Der Narsarsukit wurde von Chr. Christensen in Kopenhagen untersucht, das reichlich zur Verfügung stehende Material erlaubte eine erschöpfende chemische Untersuchung.

		Molekularverhältniss:	
SiO_2	61,63	1,0274	24
TiO_2	14,00	0,1707	4
Fe_2O_3	6,30	0,0394	}
Al_2O_3	0,28	0,0027	
MnO	0,47	0,0067	
MgO	0,24	0,0060	}
Na_2O	16,12	0,2600	
F_2	0,71	0,0187	}
H_2O	0,29	0,0161	
	100,04		
$- O = F_2$	0,30		
	99,74		

Werden die Sesquioxyde mit F und HO zu einer zweiwerthigen Gruppe FeF zusammengezogen und diese für ein Molekül Na_2 substituirt, wird ferner Kiesel- und Titansäure zusammengezogen, so erhält man die Formel $Si_7O_{15}Na_2$, welche keinerlei Analogie aufzuweisen hätte. Der Narsarsukit ist noch saurer als der Neptunit, welcher als das sauerste Silicat galt. Die Formel könnte auch nach Clarke's Anschauungen $Ti_2Si_4O_{32}Na_6FeF$ geschrieben werden.

Vor dem Löthrohre schmilzt er leicht zu einem blasigen Glas von derselben

Farbe wie das ungeschmolzene Mineral. In der Phosphorsalzperle *Si*- und *Ti*-Reaction. Das Mineral wird nur von Flusssäure angegriffen.

Der Narsarsukit findet sich vornehmlich in dem südlichen Theile des Plateaus von Narsarsuk, Begleiter sind: Quarz, Mikroklin, Albit, Aegirin, Graphit, Elpidit, Epididymit und Tainiolith. Der Narsarsukit ist eines der ältesten Mineralien, nur Aegirin scheint älter zu sein u. s. w.

31. Chalkolamprit, ein mit dem Pyrochlor verwandtes Mineral. Der Name ist abgeleitet von *χαλκός*, Kupfer, und *λαμπρός*, Schein, Glanz, da die Krystalle einen kupferartigen Glanz zeigen.

Das Mineral findet sich in kleinen Krystallen von höchstens 5 mm Grösse, sie sind regulär und zeigen als einzige Form nur das Oktaëder mit scharfen Kanten, aber etwas unebenen, warzigen Flächen, bedingt durch winzige Erhebungen und Vertiefungen. Auch zeigen sie öfters ein Aussehen, als wenn sie in kleine Splitter zertrümmert und diese wieder verkittet worden wären.

Ueberhaupt sind sie sehr oft von Sprüngen durchzogen, manchmal auch ganz hohl, in den Hohlräumen und Sprüngen mit Aegirinnadeln besetzt. Sie sitzen einzeln aufgewachsen. Zwillinge nicht beobachtet. Härte 5,5. Keine deutliche Spaltbarkeit. Bruch halbmuschelig oder splitterig.

Die Farbe ist graubraun mit Neigung zu Roth, das Pulver dagegen aschgrau. Oberflächlich metallglänzend mit kupferrother und grüner Anlauffarbe. Auf dem Bruche Fettglanz. Opak, nur in dünnsten Splittern durchscheinend.

Im Dünnschliffe strohgelb und optisch vollständig isotrop, von zahlreichen Sprüngen und Einschlüssen unbekannter Art durchzogen. Ein Schliff nach der Oktaëderfläche zeigte dreiseitig angeordnete hellere und dunklere Zonen.

Spec. Gew. in Benzol 3,77 (Mauzelius).

Die Analyse hat Herr Mauzelius ausgeführt, dem 0,6268 g zur Bestimmung der Kieselsäure, 0,4290 g für H_2O und F und 0,5138 g für die übrigen Bestandtheile zur Verfügung standen.

Molekularverhältniss:					
Nb_2O_5	59,65	0,223		4,12	
SiO_2	10,86	0,180	}	0,186	0,94
TiO_2	0,52	0,006			
ZrO_2	5,71	0,094	}	0,396	2
Ce_2O_3 etc.	3,44	0,030			
Fe_2O_3	1,87	0,036			
MnO	0,44	0,006			
CaO	9,08	0,162			
K_2O	0,38	0,004	}	0,234	1,18
Na_2O	3,99	0,064			
H_2O	1,79	0,100	}	0,234	1,18
F_2	5,06	0,134			
	102,76				
— O	2,13				
	100,63				

Das Molekularverhältniss ist daher nahezu $= 1 : 1 : 2 : 1$, dem entspricht die Formel $\overset{II}{R}Nb_2O_6F_2 + \overset{II}{R}SiO_3$.

Die gefundene Niobsäuremenge ist etwas zu hoch, indem dieselbe etwas Tantalsäure enthielt, welche nicht bestimmt wurde. Ebenso ist das Verhältniss von H_2O und F ein wenig zu hoch.

Der Chalkolamprit besteht demnach aus äquivalenten Mengen von $\overset{R}{R}Nb_2O_6F_2$ und $\overset{R}{R}SiO_3$. Eine ähnliche Zusammensetzung kommt dem gewöhnlichen Pyrochlor zu, der aus demselben Niobat mit wechselnden Mengen $\overset{R}{R}TiO_3$ zusammengesetzt scheint (worin Ti durch Th , Zr etc. vertreten ist), obwohl eine allgemein annehmbare Formel für den Pyrochlor nicht gegeben werden kann.

Das Mineral fand sich an einer einzigen Stelle in ganz geringer Menge, theils eingewachsen auf grösseren Aegirinindividuen, theils in einem Netzwerke dünner Nadeln des Minerals; sie sind also älter als dieser. Ausserdem wird er noch von einer Reihe von Mineralien begleitet, welche für diese Localität charakteristisch sind. So finden sich die braunen Zirkone des Typus II hier, welche in Farbe und Form sehr dem Chalkolamprit gleichen, ferner Albit, prismatisch verlängert, und Ancyrit als vielleicht jüngste Bildung.

Ein einziges Stück fand sich auch an einer anderen Stelle, an welchem einige Krystalle auf Feldspath aufgewachsen sind, die wahrscheinlich ebenfalls diesem Minerale zuzurechnen sind.

Endeolith, ein neues Pyrochlor-ähnliches Mineral, wie das vorhergehende. Name von $\epsilon\upsilon\delta\epsilon\iota\alpha$, Mangel und $\lambda\iota\theta\omicron\varsigma$, Stein, in Anklang an die Thatsache, dass die Analyse einen ziemlichen Verlust aufweist.

Das Mineral findet sich nur krystallisirt und zwar nur in ganz kleinen Individuen, welche nur das Oktaëder zeigen. Meist sind die Krystalle auf Aegirin aufgewachsen, entweder einzeln oder in Krusten. Sie sind meist dünn- tafelig nach einer $\{111\}$ -Fläche, mit der sie stets aufgewachsen sind. Die Entwicklung ist eine ziemlich gute, nur sind die Flächen ein wenig uneben infolge kleiner warzenartiger Erhöhungen. Nicht ganz parallel aufeinander gelagerte Oktaëderschichten geben den Oktaëderkanten dasjenige Aussehen, wie es beim Diamant bekannt ist. Leichte tetraëdrische Verzerrung giebt es ebenfalls, doch scheint keinerlei Gesetzmässigkeit vorzuliegen. Dagegen finden sich ziemlich oft, was sonst bei den Pyrochlormineralien nicht der Fall ist, Zwillinge nach dem Spinellgesetze. Die Härte ist 4. Spaltbarkeit ist nicht vorhanden. Bruch muschelig bis splitterig. Die Farbe ist dunkel chocoladebraun, nur in dünnen Splittern rothbraun durchsichtig. Glasglanz. In Dünnschliffen ist das Mineral völlig isotrop und von vielen unregelmässigen Sprüngen durchzogen, die Farbe ist alsdann strohgelb.

Das spec. Gew. (in Benzol) wurde zu 3,44 bestimmt (Mauzelius). Das Material zur Analyse war sehr schwierig zu beschaffen und betrug nur 0,6176 g. Diese Quantität wurde in zwei Hälften getheilt, mit der einen wurden H_2O und F , mit der anderen die übrigen Bestandtheile bestimmt. Die Analyse wurde von Mauzelius ausgeführt; wie beim Chalkolamprit, so zeigt sich auch hier ein Verlust, der etwa 10 % betrug. Beim Chalkolamprit konnte der Verlust auf SiO_2 bezogen werden, bei Endeolith konnte die Natur des Verlustes infolge des spärlichen Materials nicht festgestellt werden, doch wäre es bei der grossen Aehnlichkeit der beiden genannten Mineralien nicht unmöglich, dass er auch aus Kieselsäure bestände. Das Analysenresultat ist auf S. 681 oben angegeben.

Das Molekularverhältniss ist angenähert 4 : 4 : 2 : 1, die empirische Formel ist demnach $\overset{R}{R}Nb_2O_6(HO)_2 + \overset{R}{R}SiO_3$.

Das Mineral fand sich an einer Stelle, wie schon erwähnt, eingewachsen auf Aegirin, dieser liegt eingebettet in einer porösen Masse von Elpiditnadeln, worin sich ausserdem noch eine Anzahl ungewöhnlicher Mineralien, wie Leukosphenit, Epididymit, Zinnwaldit etc. findet.

		Molekularverhältniss:	
Nb_2O_5	59,93	0,226	1,24
SiO_2	(11,48)	0,190	0,199
TiO_2	0,76	0,009	
ZrO_2	3,78	0,062	1,40
Ce_2O_3	4,43	0,039	
Fe_2O_3	2,81	0,054	0,362
MnO	0,37	0,005	
CaO	7,89	0,140	2
K_2O	0,43	0,004	
Na_2O	3,58	0,058	0,249
H_2O	4,14	0,233	
F_2	0,69	0,016	1,36
100,29			
— O	0,29		
100,00			

Die beiden Mineralien Chalkolamprit und Endeolith, welche der Pyrochlorgruppe zuzurechnen sind, weichen insofern von den übrigen Gliedern ab, als sie SiO_2 an Stelle von TiO_2 , ThO_2 enthalten, dementsprechend auch das spec. Gew. niedriger ist.

Die Zusammensetzung der beiden genannten Mineralien ist ziemlich übereinstimmend, Chalkolamprit enthält Fluor wie die früher bekannten Pyrochlormineralien, während Endeolith Hydroxyl enthält. Die Differenz im spec. Gew. und Härte ist beträchtlich.

33. Mikrolith, von Nordenskiöld bereits untersucht (diese Zeitschr. 26, 84), bildet kleine mikroskopische Oktaëder auf Aegirin aufgewachsen, deren Zusammensetzung auf die Formel $Ca_2Ta_2O_7$ führte.

Die kleinen oktaëdrischen Kryställchen fanden sich nur sehr spärlich, unter dem Mikroskope sind auch noch die Flächen von {400} zu erkennen. Farbe gelbbraun oder röthlich. Gerundete Krystalle sind grünlichgelb bis bräunlich, ganz winzige Kryställchen sogar farblos.

Die Stücke, auf welchen sich die Krystalle fanden, lagen lose im Gesteinschutt. Die Krystalle sind meist auf Aegirin aufgewachsen, als Begleiter erscheinen Polyolithionit, Albit, Elpidit etc.

34. Apatit, das einzige Phosphat der Localität, findet sich nur in Krystallen von ganz kleinen Dimensionen. Verf. unterscheidet drei Typen.

1) Yttrium-Apatit, kleine, kaum 1 mm grosse Krystalle, nur Prisma und Basis aufweisend. Die Flächen glänzend und eben. Die Farbe ist emailweiss mit eigenthümlichem weissem Oberflächenschimmer, nur in dünnen Splintern durchsichtig. Ziemlich schwache negative Doppelbrechung. (Analyse S. 682 oben.)

Das Unlösliche besteht aus Aegirin und Neptunit, von denen das Mineral nicht ganz befreit werden kann. Als neuer Bestandtheil des Apatits erscheinen hier die Yttererden, während Cererden schon von Scherer im norwegischen Apatit festgestellt wurden.

Der Apatit findet sich in kleinen Krusten und Drusen auf Aegirin, Epidymit, Elpidit u. s. w., als weitere Begleiter sind noch zu nennen Albit, Parisit, Neptunit Typus II, Cordylit, Polyolithionit u. s. w. Unter all diesen Mineralien ist der Apatit die jüngste Bildung.

P_2O_5	44,12	Spec. Gew. 3,24. Analyse von Mauzelius.
F	3,59	
CaO	47,67	
Y_2O_3 etc.	3,36	
Ce_2O_3 etc.	1,52	
MgO	0,79	
MnO, FeO	Spur	
H_2O	0,22	
Unlöslich	2,63	
	100,90	
$O = F_2$	1,51	
	99,39	

II. Typus. Bis zu 10 mm lange und 1 mm dicke, prismatische Krystalle, ebenfalls nur $\{10\bar{1}0\}$ und $\{0001\}$. Die Krystalle sitzen vereinzelt auf Aegirin oder eingebettet in ein Gewebe von Aegirinnadeln. Farblos und klar, zuweilen ein licht grüner Ton. Zu einer Analyse langte das Material nicht, doch wurden auch seltene Erden constatirt.

III. Typus. Die Krystalle dieses Typus sind kurzprismatisch, etwa 8 mm lang und dick. Sie zeigen $m\{10\bar{1}0\}$, $a\{11\bar{2}0\}$, $c\{0001\}$, $x\{10\bar{1}1\}$, $s\{11\bar{2}1\}$. Farblos bis blassgelb, durchsichtig. Spec. Gew. 3,175.

Begleiter Elpidit, der jünger ist als der Apatit, ferner Feldspath, Aegirin und Parisit.

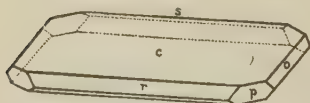
Ausser diesen im Vorausgehenden beschriebenen Mineralien finden sich an dieser zwar räumlich kleinen, aber sehr mineralreichen Localität noch mehrere andere, welche aber des spärlichen Materials wegen nicht festgestellt werden konnten. Wie schon erwähnt, finden sich diese Mineralien alle lose an der Oberfläche oder in ganz geringer Tiefe. Auf S. 179 giebt der Verf. eine Tabelle, in welcher er die in seiner vorläufigen Mittheilung über diesen Fundort gebrauchten provisorischen Bezeichnungen für die damals noch nicht näher bekannten Mineralien den jetzigen richtigen gegenüberstellt.

II. Theil. O. B. Boeggild und Chr. Winther: **Ueber einige Mineralien aus dem Nephelinsyenit von Julianehaab in Grönland** (Epistolit, Britholith, Schizolith und Steenstrupin), gesammelt von G. Flink (Meddelelser om Grönland 1899, 24, 181—213).

Epistolit, ein neues Mineral von O. B. Boeggild. Der Name ist abgeleitet von *ἐπιστολή*, Brief, da das Mineral flache, weisse, rectanguläre Blättchen bildet. Das Material fand sich an vier verschiedenen Punkten, alle in der Umgebung von Julianehaab. Flink fand dasselbe bei Tutop Agdlerkofia und Nunarsuatiak, beide am Nordufer des Tunugdliarfikfjordes gelegen. Boeggild hat das Mineral gefunden im Hintergrunde des Kangerdluarsukfjordes und auf einem kleinen Eilande Kekertanguak, im inneren Theile dieses

Fig. 4.

Fjordes gelegen.



Krystallform. Frei ausgebildete Krystalle fanden sich nur in einem einzigen Hohlraume eines der Stücke. Die Flächenbeschaffenheit ist eine so ungünstige, dass die Winkel mit dem Anlegegoniometer und Mikroskope ermittelt werden mussten; überdies ist das Mineral ausserordentlich brüchig, so dass es nicht von den anhängenden Mine-

ralien losgelöst werden kann, ohne zu zerfallen. Die folgenden Werthe sind daher nur angenäherte.

Monoklin, $a : b : c = 0,803 : 1 : 1,206$; $\beta = 74^\circ 45' (001) : (100)^s$

	Mittelwerth:	Anzahl:	Grenzwerte:
$(001) : (110) =$	$78^\circ 0'$	4	$76^\circ - 80^\circ$
$(001) : (011)$	49 20	3	48 — 50

Weiter wurde der Winkel der Spaltbarkeit, d. h. die Tracen von (110) und $(1\bar{1}0)$ auf (001) gemessen zu

$$(110) : (1\bar{1}0) = 102^\circ 30' \quad 13 \quad 99^\circ - 105^\circ 30'.$$

Die beobachteten Formen erhalten die Symbole $c\{001\}$, $p\{110\}$, $o\{011\}$, $r\{504\}$, $s\{\bar{1}02\}$. Die beiden letzten Formen sind bestimmt durch die Winkel:

	Mittelwerth:	Anzahl d. Mess.	Berechnet:
$(001) : (504) =$	$50^\circ 20'$	3	$49^\circ 0' - 51^\circ 30'$
$(001) : (\bar{1}02)$	42 7	4	—
			50° 30'
			42 6½

Die flachen, rechteckigen Tafeln sind etwa 4 mm dick und 20 mm im Durchmesser. Der grösste Theil des Epistolit ist indessen in das Gestein eingewachsen und in den meisten Fällen älter als die meisten anderen Bestandtheile, daher auch immer in seiner Originalform erhalten.

Die Blättchen liegen entweder nahezu \parallel und getrennt durch eine Zwischenschicht anderer Mineralien, oder aber sie sind ganz unregelmässig, oft ein ganzes Netzwerk bildend, dem Gesteine eingelagert.

Bei Kangerdluarsuk erscheint das Mineral auch in derben, unregelmässig geformten Aggregaten von gebogenen Blättern.

Physikalische und optische Eigenschaften. Spec. Gew. 2,885, Härte 4—4,5. Die Brüchigkeit ist so gross, dass das Mineral zwischen den Fingern zerrieben werden kann. Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{001\}$. Auf der Basis sieht man auch Spalttrisse nach einem Prisma von $102^\circ 30'$. Der Epistolit hat keine besondere Farbe, die Krystallflächen sind mattgrau und bräunlich, die Basis zeigt silberweissen, perlmutterartigen Glanz, besonders die von Nunarsuatiak stammenden Exemplare.

Unter dem Mikroskope erscheinen die Blättchen nur ganz schwach durchsichtig, in der Richtung der diagonalen Spaltlinien sind zwei Systeme dunkler Streifen sichtbar. Unter den Einschlüssen fällt am meisten auf der Aegirin in dünnen rechteckigen Tafeln meist nach zwei Richtungen angeordnet \parallel den Axen a und b , seltener in anderer Richtung. Der Refraktionsindex ist, in Thoulet'scher Lösung, zu 1,67 bestimmt. Optisch zweiaxig, Ebene der optischen Axen \parallel der Symmetrieebene. Der scheinbare Axenwinkel durch $\parallel \{001\}$ im Adams'schen Apparate gemessen, gab Werthe von 84° bis zu 104° , das Mittel aus sieben Bestimmungen ist $89^\circ 30'$. Der Brechungsindex der Glaslinsen war 1,53, darnach schwankt also der innere optische Axenwinkel zwischen $73^\circ 2'$ bis $89^\circ 58'$, im Mittel $2Va = \text{ca. } 80^\circ$. Die Axe der kleinsten Elasticität liegt im stumpfen Winkel β und bildet mit der a -Axe einen Winkel von $4^\circ 5'$ bis 10° . Das Mineral ist optisch negativ, geneigte Dispersion, $v < \rho$, Doppelbrechung stark, für Flächen $\parallel (001) = 0,0297$.

Vorkommen. Das Mineral findet sich in Pegmatitgängen und in Massen von körnigem Albit. Der grösste Theil des Minerals von den zwei Plätzen nördlich vom Tunugdliarfikfjord erscheint in dünnen Platten, fast stets von Albit umgeben,

der jünger ist. Als weitere jüngere Begleiter erscheinen Sphalerit und der neue Schizolith, auch der Sodalith scheint jünger zu sein, obschon die Verhältnisse hier nicht so klar liegen. Der Steenstrupin dringt bei Nunarsuatiak durch die Blätter von Epistolit und ist demnach älter, bei Tutop Agdlerkofia wird seine Form beeinflusst vom Epistolit und ist er daher jünger. Der Aegirin ist theils älter, theils jünger, theils aber auch gleichzeitig gebildet.

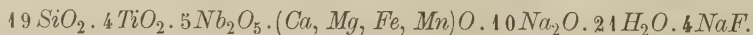
Die vom Kangerdluarsukfjord stammenden Stücke lassen die Altersfolge nicht so leicht erkennen. Der Epistolit tritt hier im Allgemeinen in unregelmässigen Massen auf, eingebettet in Albit, Mikroklin-Mikroperthit, Eudialyt und Sphalerit und scheint eine spätere Bildung zu sein, als die meisten dieser Mineralien.

Auch finden sich manchmal dünne Lagen von Epistolitkrystallen eingelagert in Rinkit, parallel der Spaltungsrichtung, vielleicht gleichzeitiger Entstehung. Die Beziehung zum Polyolithionit ist noch seltsamer, er findet sich in demselben eingeschlossen, und ganz besonders bildet er oft das Centrum der grossen Polyolithionitrossetten, andererseits auch wieder in isolirten Partien der Umgrenzung. Dabei liegen die Spaltungsrichtungen so, dass man Platten herauspalten kann, in welchen beide parallel liegen, dabei liegt die Grenze zwischen beiden Mineralien ganz unregelmässig, und besteht keinerlei weitere krystallographische Uebereinstimmung, als in der beiderseitigen Richtung von {001}.

Chemische Eigenschaften. Die Zusammensetzung ist nach Chr. Christensen:

<i>SiO</i> ₂	27,59	0,460
<i>Nb</i> ₂ <i>O</i> ₅	33,56	0,126
<i>TiO</i> ₂	7,22	0,096
<i>FeO</i>	0,20	0,003
<i>MnO</i>	0,30	0,004
<i>CaO</i>	0,77	0,014
<i>MgO</i>	0,13	0,003
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	17,59	0,284
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	11,01	0,612
<i>F</i>	1,98	0,104
	100,35	
<i>O</i> äquiv. <i>F</i>	0,83	
	99,52	

Ta und *Zr* konnten nicht nachgewiesen werden, *K* nur in Spuren. Von den 11,01% *H*₂*O* gehen 1,75% schon unter 100° weg, sind also höchst wahrscheinlich hygroskopisch. Der Zusammensetzung entspricht die angenäherte Formel:



Es ist in Folge davon, dass das Mineral theilweise zersetzt ist, und nicht festgestellt werden kann, wieviel Wasser zum Molekül selbst gehört, nur schwer möglich eine bestimmte Formel aufzustellen und das Mineral in irgend eine Gruppe der Silicate einzureihen. Jedenfalls gehört es zu den allersauersten Verbindungen.

Der Epistolit hat weder in seinen chemischen noch in seinen physikalischen Eigenschaften irgend eine Aehnlichkeit mit einem anderen Mineral und steht ganz vereinzelt. Trotzdem er das meiste Niob enthält unter allen Silicaten, zeigt er gar keine Beziehung zu einem der *Nb*-haltigen anderen. In gewissem Sinne

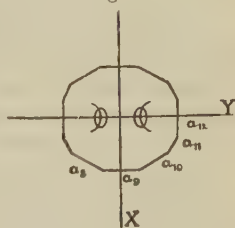
erinnert er an die Clintonitgruppe, obwohl er in den meisten Eigenschaften auch von ihnen abweicht.

Britholith, ein neues Mineral. Von Chr. Winter. Das Mineral wurde von Flink bei Naujakasik aufgefunden, in kleinen, braunen, anscheinend hexagonalen Prismen. In seiner vorläufigen Mittheilung steht es als »Cappelenit-ähnliches Mineral«. Der Name ist gebildet von $\beta\epsilon\iota\theta\omicron\varsigma$ Gewicht, Dichte, mit Rücksicht auf sein hohes spezifisches Gewicht.

Krystallform. Die Krystalle, darunter einige doppelendige, gleichen in ihrem Aussehen vollständig einer Combination $\{10\bar{1}0\}$ mit $\{10\bar{1}1\}$, zuweilen mit kleinem $\{11\bar{2}0\}$, der das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,732$ zukäme.

Die Krystalle sind aber polysynthetisch aus rhombischen Einzelindividuen aufgebaut, ähnlich den bekannten Aragonitdrillingen. Die Messungen ergaben sehr verschiedene Werthe, unter welchen namentlich zwei sehr häufig wiederkehren, die Mittelwerthe derselben sind $28^{\circ}41'$ und $30^{\circ}2'$, an Querschnitten auch häufig ein Mittelwerth, welcher der Summe der beiden obigen $58^{\circ}43'$ entspricht. Es wurde daher geprüft, ob eine regelmässige Wiederkehr dieses Winkels festzustellen ist und ob solche von 90° (Pinakoide) zu constatiren sind. Ein solcher Fall wurde gefunden, wie die folgende Uebersicht zeigt.

Fig. 2.



$a_1 : a_2$	$= 25^{\circ}58'$	
$a_2 : a_3$	$32\ 48$	
$a_3 : a_4$	$25\ 41$	
$a_4 : a_5$	$28\ 57$	
$a_5 : a_6$	$34\ 24$	
$a_6 : a_7$	$34\ 26$	
$a_7 : a_8$	$34\ 10$	
$a_8 : a_9$	$34\ 34$	
$a_9 : a_{10}$	$34\ 43$	} $89^{\circ}55'$
$a_{10} : a_{11}$	$30\ 7$	
$a_{11} : a_{12}$	$28\ 5$	
$a_{12} : a_1$	$28\ 44$	

Der Winkel $58^{\circ}43'$ entspricht in dem idealen Querschnitte (Fig. 2) den Flächen $a_{10} : a_{12}$, ausserdem steht die Ebene der optischen Axen senkrecht zu einer dieser Flächen, nämlich zu a_{12} . Die pyramidalen Endflächen werden dann theils zu Brachydomen, theils zu wirklichen Pyramidenflächen, welche letztere dann zur Fläche a_{10} gehören.

An den verschiedenen Krystallen wurden so die folgenden Formen festgelegt: $\{040\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{021\}$, $\{111\}$. Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(040) : (110)$	$= *58^{\circ}43'$	—
$(040) : (130)$	$28\ 41$	$28^{\circ}47'$
$(021) : (040)$	$*49\ 48$	—
$(111) : (110)$	$51\ 00$	$51\ 46$

Hieraus berechnet sich:

$$a : b : c = 0,620 : 1 : 0,423.$$

Um das Gesetz zu verstehen, nach dem die anscheinend hexagonalen Krystalle aus rhombischen Individuen aufgebaut sind, ist zu erinnern, dass der Winkel zwischen (110) und (010), den beiden häufigsten Flächen, $= 58^{\circ} 13'$, also nahe 60° ist; ferner zeigt sich im Querschnitte, dass die optische Axenebene in den meisten Fällen senkrecht zu den Seitenlinien steht, diese also dem Brachypinakoid angehören. An den Ecken des Hexagons zeigt sich gewöhnlich auch noch ein Stückchen der Prismenfläche selbst, nach welcher die Seitenlinien etwas geknickt sind ($60^{\circ} - 58^{\circ} 13' = 1^{\circ} 47'$), weil dann wieder das Pinakoid des nächsten Individuums beginnt. Schematisch besteht das »hexagonale« Prisma aus sechs rhombischen Individuen, deren optische Axenebenen sich alle in der Mittellinie des Krystalles treffen. Die Fläche {110} ist die Contactfläche der einzelnen Individuen.

An der Kante zwischen (110) und (010) erscheint zuweilen die Form (130), welche dann wie ein Prisma II. Ordnung aussieht.

Diese Art der Ausbildung ist aber an ganz wenigen Individuen äusserlich zu sehen, nur an solchen, wo Flächen des einen Individuums auf ein benachbartes etwas übergreifen.

Physikalische Eigenschaften. Farbe braun; opak; Fett- bis Glasglanz; Doppelbrechung schwach. Die Krystalle sind optisch negativ. Die spitze Mittellinie ist \parallel der Verticalaxe, der Winkel der optischen Axen ist klein, konnte aber nicht gemessen werden, da die Platten zu dünn gemacht werden müssen, um durchsichtig zu werden. Die optische Orientirung ist $a = b$, $b = c$, $c = a$. Härte $= 5\frac{1}{2}$, Bruch uneben, keine deutliche Spaltbarkeit. Spec. Gew. 4,446, Pycnometrierbestimmung.

Die Analyse hat Herr Chr. Christensen ausgeführt.

	Gefunden:	Mol.-Verhältn.:	Berechnet:
SiO_2	16,77	27,95	16,70
P_2O_5	6,48	4,56	6,59
$(Ce, La, Di)_2O_3$	60,54	18,46	60,90
Fe_2O_3	0,43	0,27	
CaO	11,28	20,14	11,18
MgO	0,13	0,32	
Na_2O	1,85	2,98	2,06
H_2O	1,27	7,06	1,25
F	1,33	7,00	1,32
	100,08		100,00

Das Verhältniss zwischen sauren und basischen O-Atomen ist, bei Einschluss der Phosphorsäure, 78 : 83,4. Nimmt man an, die P_2O_5 sei an Cer, Fluor an Natrium gebunden, so kann man folgende Formel aufstellen:



Aus dieser Formel wurden die oben angegebenen Procente berechnet.

Vorkommen. Der Pegmatit, in welchem der Britholith sich findet, enthält als Hauptbestandtheile Arfvedsonit, Eudialyt, weissen Feldspath, Steenstrupin, Nephelin, Sodalith und Aegirin. Die Britholithkrystalle erreichen im Mittel eine Grösse von 1 cm und finden sich völlig entwickelt in allen diesen Mineralien, besonders häufig im Arfvedsonit, welchen sie nach allen Richtungen

durchsetzen. Der Britholith selbst wird von Aegirinnadeln richtungslos durchdrungen. Einzelne Individuen sind in eine graubraune Substanz umgewandelt, welche auch die Ursache der Undurchsichtigkeit vieler Krystalle ist.

Schizolith, ein neues Mineral, von Christian Winther.

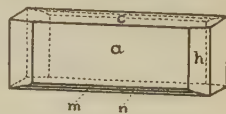
Flink fand dieses Mineral auf seiner Sammelreise bei Tutop Agdlerkofia eingelagert in körnigem Albit. Ein einziges Stück auch bei Kangerdhuarsuk. Das Mineral gehört nach seinen Eigenschaften zur Pektolithgruppe und kann am treffendsten als manganhaltiges Glied derselben bezeichnet werden.

Der Name ist gebildet aus $\sigma\chi\iota\zeta\omega$ spalten, als eine der augenfälligsten Eigenschaften dieses Minerals.

Physikalische Eigenschaften. Der Schizolith bildet prismatische Säulen von rother bis brauner Farbe, einzeln oder zusammengehäuft in Albit eingewachsen. Die Farbe ist ursprünglich hellroth, wird aber durch Verwitterung bräunlich. Das Mineral ist je nach der Farbe mehr oder minder durchsichtig. Schwacher Glasglanz. Sehr charakteristisch für das Mineral ist eine Spaltbarkeit nach zwei Flächen, parallel der Längsrichtung der Säulen. Die Spaltbarkeit ist eine derartig vollkommene, dass der Autor jeden Versuch, einen Querschnitt zu den Säulen zu schleifen, aufgeben musste. Nur durch Zufall brach eine dünne Platte ab, welche rechtwinkelig zu der Säulenrichtung stand, an welcher festgestellt werden konnte, dass das Mineral monoklin und die Längsrichtung der Axe b entspricht.

Zieht man die Krystallform des Pektolith in Betracht, so werden die Spaltbarkeiten parallel der Basis und dem Makropinakoid. Eine Streifung verläuft entsprechend den beiden Orthodomen und eine andere nach dem Prisma. Die gemessenen Winkel sind:

Fig. 3.



	Gefunden:	Berechnet:
$a : m = (100) : (20\bar{1})$	$= 28^{\circ} 52'$	$30^{\circ} 4'$
$a : n = (100) : (10\bar{1})$	$*50 \ 30$	—
$a : h = (100) : (610)$	$*40 \ 49$	—
$c : n' = (004) : (\bar{1}04)$	$*43 \ 58$	—
$c : m' = (004) : (201)$	$65 \ 36$	$64 \ 24$

Hieraus berechnen sich die Elemente:

$$a : b : c = 4,1496 : 4 : 4,0343; \quad \beta = 85^{\circ} 32' = (004) : (100).$$

Für Pektolith sind dieselben nach Dana:

$$a : b : c = 4,1140 : 4 : 0,9864; \quad \beta = 84^{\circ} 40' = (004) : (100).$$

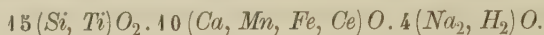
Die Ebene der optischen Axen bildet einen rechten Winkel mit $\{004\}$. Das Mineral ist optisch positiv. $c = b$; b liegt im spitzen Winkel der Axen a und c ; $cb = 13^{\circ} 8'$. Der Winkel der optischen Axen beträgt für Na -Licht $2E = 82^{\circ} 40'$. Doppelbrechung für Na -Licht gemessen auf $\{100\}$ ist $0,02711$. Spec. Gew. mit Pyknometer 3,089. Härte 5 bis $5\frac{1}{2}$.

Chemische Zusammensetzung. Die Analyse wurde von Chr. Christensen ausgeführt.

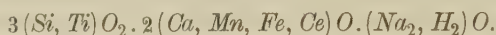
	I.	Mol.-Verh.:	II.	III.
SiO_2	54,06	85,40	54,46	49,97
TiO_2	0,68	0,85	0,69	0,67
Ce_2O_3	1,47	0,94	1,44	1,36
FeO	2,79	3,87	2,80	2,70
MnO	12,90	18,15	12,91	12,50
CaO	19,48	34,79	19,50	18,90
Na_2O	10,71	17,24	9,96	12,36
H_2O	1,36	7,56	1,27	1,54
	100,45		100,00	100,00

I. Analysenresultat von Christensen.

II. Berechnete Procente aus der Formel:



III. Berechnete Procente aus der Formel:



Der Vereinfachung wegen ist das Cer zu den zweiwerthigen Elementen gezogen und das Mol.-Verh. oben als CeO berechnet.

Es entspricht daher die Formel II der Zusammensetzung am besten, sie kann geschrieben werden $15SiO_2 \cdot 10RO \cdot 4R_2O$, während die allgemein für den Pektolith angenommene Formel $3SiO_2 \cdot 2RO \cdot R_2O$ ist. Da der Schizolith sowohl in chemischer wie krystallographischer Hinsicht vom Pektolith abweicht, ist es besser, ihn als ein selbständiges Mineral zu betrachten.

Vorkommen. Die körnige Albitmasse von Tutop Agdlerkofia, in welcher der Schizolith sich findet, enthält noch Zinkblende, Aegirin und Steenstrupin. Die Säulen haben eine mittlere Länge von einigen Centimetern.

Die einzige von Kangerdluarsuk stammende Säule ist in Pegmatit eingewachsen, der ausserdem noch enthält Eudialyt, Arfvedsonit, Aegirin, weissen Feldspath, Steenstrupin etc.

Unter dem vorläufigen Namen »würfelähnliche Krystalle« erwähnt Flink ein Mineral aus dem Pegmatit von Naujakasik. Die Untersuchung ergab eine so grosse Aehnlichkeit mit dem Schizolith, dass es als »Schizolith, Varietät A« bezeichnet werden muss. Als Begleiter treten auf Arfvedsonit, weisser Feldspath, Eudialyt, Nephelin, Aegirin, Steenstrupin, ebenso wie im Pegmatit von Kangerdluarsuk.

Das Mineral bildet Gruppen sehr kleiner würfelähnlicher undeutlicher Krystalle oder Plättchen, welche in Hohlräume des Pegmatits hineinragen. Einigemal fanden sich die Platten auch in innigster Verwachsung mit Nephelin, so dass die Grenze zwischen beiden schwer zu bestimmen war.

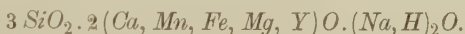
Die Farbe ist braun, Fett- bis Glasglanz, in dünnen Splittern durchsichtig. Die Platten sind opak. Eine deutliche Spaltbarkeit nach zwei Richtungen, quer durch die Tafeln, ist charakteristisch. Zur Messung ist das Material nicht geeignet. Auf beiden Spaltflächen ist die Auslöschung parallel den Kanten, die optische Axenebene ist parallel der Kante zwischen den Spaltflächen, der Winkel zwischen diesen beträgt etwa 85° .

Das spec. Gew. ist 3,084, Härte 5 bis $5\frac{1}{2}$. Die chemische Analyse wurde von Chr. Christensen ausgeführt, sie ergab:

	I.			II.		III.		IV.
	Procent:	Aequiv.:		Procent:	Procent:	Aequiv.:	Procc.:	
SiO_2	54,44	85,7		54,79	54,09	90,01		53,61
Y_2O_3	2,40	2,1 (YO)		2,19				
FeO	2,04	2,8		2,00 (Fe_2O_3)	0,10	0,14 (FeO)		0,10
MnO	11,69	16,5	} 57,9	11,63	4,33	6,1	} 59,5	4,33
CaO	20,53	36,2		20,13	29,82	53,3		29,83
MgO	0,13	0,3		0,12				
Na_2O	9,50	15,3	} 27,8	9,82	9,18	14,8	} 28,6	9,55
H_2O	2,25	12,5		2,32	2,48	13,8		2,58
	99,95			100,00	100,00			100,00

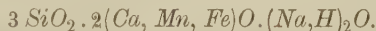
I. Die analytisch gefundenen Werthe.

II. Berechnete Werthe aus der Formel:



III. Manganpektolith (Williams) zufolge einer Neuberechnung der Analyse (siehe unten).

IV. Die berechneten Werthe derselben nach der Formel:



Der zum Vergleiche herbeigezogene Manganpektolith aus dem Nephelinsyenit von Arkansas enthält etwas Calcit, weswegen die Analyse noch 0,82% CO_2 ergab. Das Fe im Manganpektolith und das Yttrium im Schizolith wurden der Einfachheit halber als zweiwerthig berechnet.

Diese Schizolithvarietät entspricht, wie ersichtlich, ganz gut der für den Pektolith angenommenen Formel: $3 SiO_2 \cdot 2 RO \cdot R_2O$, in derselben Weise wie der Manganpektolith. Der Unterschied derselben vom erstbesprochenen Schizolith besteht, abgesehen von Cer und Yttria, wesentlich darin, dass dieselbe wasserreicher ist. Es ist die Varietät aufzufassen als theilweise zersetzter Schizolith.

Neue Untersuchung des Steenstrupin von O. B. Boeggild.

Das Mineral findet sich an folgenden Localitäten, alle im Districte Julianehaab: Im Hintergrunde des Fjordes von Kangerdluarsuk und bei Naujakasik östlich davon, die beiden älteren Fundorte; zu ihnen kommt nun noch Tupersiatsiap ganz nahe dem vorhergenannten Platze und Nunarsiuatiak, Agdlunguak und Tutop Agdlerkofia (hier am frischesten und in der Ausbildung ganz verschieden, Flink's »braune Rhomboëder«), alle an der Nordseite des Tunugdliarfik-Fjordes gelegen. Die genannten Gebiete liegen alle im Gebiet des Nephelinsyenits; der Steenstrupin findet sich hier theils in Pegmatitgängen, theils auch in Massen körnigen Albits.

Krystallform. Die Krystalle zeigen die schon von Moberg beobachteten Formen; einige neue Flächen konnten infolge der mangelhaften Beschaffenheit nicht festgelegt werden. Streifung etc. lassen keine genauen Messungen zu; einzelne besser ausgebildete Theile gestatteten indessen festzustellen, dass Moberg's Axenverhältniss $c = 1,0842$ mit $(0001):(10\bar{1}1) = 54^{\circ}23'$ auch für diese Krystalle gültig ist.

Die verschiedene relative Grösse, in welcher die einzelnen Rhomboëder zu einander stehen, hat den Verf. dazu geführt, folgende drei Typen der Krystalle aufzustellen.

Typus I wird repräsentirt durch die von Moberg bekannt gewordene Ausbildung (siehe diese Zeitschr. 29, 392). Dieser Typus unterscheidet sich von den beiden anderen durch seine grössere Anzahl von Rhomboëdern, von welchen die sechs in der Figur (s. l. c.) gezeichneten $\rho\{50\bar{5}9\}$, $o\{10\bar{1}1\}$, $z\{40\bar{4}1\}$, $d\{02\bar{2}1\}$, $f\{04\bar{4}5\}$ und $r\{01\bar{1}2\}$ ziemlich gemein sind. Ausser diesen fanden sich an einzelnen Krystallen aber auch noch $\{01\bar{1}3\}$, $\{08\bar{8}1\}$ und $\{11\bar{2}0\}$. Die Form $o\{10\bar{1}1\}$ ist vorherrschend, darnach folgt $f\{04\bar{4}5\}$. Die Basis ist meist dreiseitig, die Breite der Krystalle ungefähr das Doppelte der Höhe, $1,5 \times 3$ cm im Durchmesser. Dieser Typus findet sich an allen drei Fundstellen nördlich des Tunugdliarfikfjordes.

Typus II. Diese Krystalle sind tafelig nach $c\{0001\}$, welche Fläche hier hexagonalen Umriss hat. Das Prisma fehlt und es treten nur vier Rhomboëder auf, von denen $o\{10\bar{1}1\}$ und $d\{02\bar{2}1\}$ vorherrschend und meist gleich entwickelt sind. $z\{40\bar{4}1\}$ ist schmal, ebenso $f\{04\bar{4}5\}$, letzteres nur selten fehlend. Die Grösse schwankt von 1—2 cm im Durchmesser. Zu diesem Typus gehören Krystalle von Nunarsuatiak und Adglunguak. Eine Anzahl kleiner Krystalle, 0,5 bis 5 mm, gehören zu diesem Typus, nähern sich aber in gewisser Hinsicht auch Typus I.

Fig. 4.

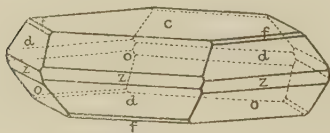
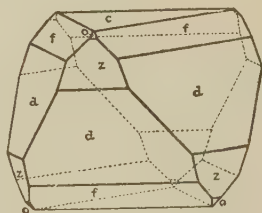


Fig. 5.



Typus III. Die Krystalle sind etwa gleich hoch wie breit, haben eine dreiseitige Basis, aber in umgekehrter Lage wie jene des Typus I. An denselben herrschen die negativen Rhomboëder, speciell $d\{02\bar{2}1\}$ vor, $f\{04\bar{4}5\}$ ist etwas zurücktretend, $z\{40\bar{4}1\}$ ist gut entwickelt, $o\{10\bar{1}1\}$ nur klein und sehr selten. Die negativen Rhomboëder sind stets gestreift. Ein einzigesmal wurde auch $\{08\bar{8}1\}$ beobachtet, das Prisma niemals. Die Krystalle dieses Typus wechseln zwischen 1 bis 10 mm, zu ihnen gehören die meisten von Tutop Agdlerkofia. Uebergänge zu Typus II sind sehr selten.

Der Steenstrupin erscheint meistens nur in Krystallen zwischen den anderen Mineralien eingewachsen. Zwillinge wurden nicht beobachtet. Bei Kangerdluarsuk auch unregelmässige derbe Massen.

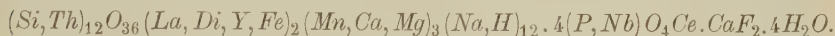
Krystalle des Typus III haben das spec. Gew. 3,5122 (Mittel aus 3,5119 und 3,5125), nach Moberg haben jene des Typus I ein spec. Gew. von 3,40 bis 3,47; der derbe dagegen 3,1904. Lorenzen giebt 3,38 ohne Angabe ob krystallisiert oder derb.

Härte der Krystalle des Typus III etwas über 5, jene der anderen 4 bis 5.

Das Mineral ist sehr spröde und brüchig, die Krystalle des Typus III haben eine basische Spaltbarkeit und muscheligen Bruch; die anderen Typen sind ohne jede Spur von Spaltbarkeit, die Farbe der ersteren ist braunschwarz, Glasglanz. Die Krystalle des Typus I und II haben beinahe metallischen Glanz, braunschwarze glänzende Bruchflächen und braunen Strich, besonders in den äusseren

Theilen. Im Dünnschliffe erscheinen die Krystalle des I. und II. Typus bräunlichgelb oder braungrau mit Ausnahme der Randzone, welche meist schwarzbraun ist. Jene des Typus III sind deutlich pleochroitisch, die Farbe ist gelbbraun für Strahlen \parallel der Axe c und heller braun oder graubraun für Strahlen \perp zu dieser Axe; ihr Strich ist vollständig farblos.

Da die Krystalle des III. Typus am meisten frei von Einschlüssen waren und offenbar die am wenigsten zersetzte Form des Steenstrupin darstellten, so wurde von Chr. Christensen eine Analyse derselben (Krystalle von Tutop Agdlerkofia) nach derselben Methode ausgeführt, welche Blomstrand (s. diese Zeitschr. **29**, 389) angewandt hatte. Diese ergab: 26,72 SiO_2 , 4,37 Nb_2O_5 , 8,19 P_2O_5 , 2,13 ThO_2 , 29,60 $(Ce, La, Di)_2O_3$, 0,36 Y_2O_3 , 2,67 Fe_2O_3 , 6,60 MnO , 2,33 CaO , 0,34 MgO , 11,23 Na_2O , 3,45 H_2O , 1,24 F (Summe: 99,20 — 0,52 O äquiv. $F = 98,68$). Dies würde der folgenden Formel entsprechen:



Hiernach könnte das Mineral im Systeme in die Nähe des Eudialyt gestellt werden.

Ref.: Fr. Grünling.

28. J. C. Moberg (in Lund): Ueber einige Calcitkrystalle von Nordmarken (Geol. Fören. Förh. 1899, **21**, 349).

Es werden einige Calcitkrystalle von Nordmarken in Wermland, Schweden, beschrieben und abgebildet, welche dadurch charakterisirt sind, dass ein skalenoëdrisch ausgebildetes Hauptindividuum an der Spitze ein kleineres Individuum trägt, ähnlich z. B. den aus Heimbach bei St. Wendel in der Rheinprovinz beschriebenen Krystallen. Das Hauptindividuum wird von dem Prisma und dem Skalenoëder $\{30\bar{2}\}$ gebildet, während das kleinere Individuum durch das Prisma und $\{110\}$ begrenzt wird. Die Flächenbeschaffenheit erlaubte meist nur Messungen mit dem Contactgoniometer.

Ref.: H. Bäckström.

29. A. Hennig (in Lund): Apophyllit von Sulitelma (Ebenda 391—415).

Das betreffende Mineral wurde in den Gruben von Sulitelma zusammen mit Desmin als Krusten auf schwefelkiesführendem Quarz angetroffen. Der Fundort ist neu. Die Abhandlung beschäftigt sich hauptsächlich mit den geometrischen und optischen Anomalien des Materials und sucht dieselben durch secundären Wasserverlust zu erklären. Die Krystalle stellen relativ spitze Combinationen von $\{111\}$, $\{100\}$ und $\{001\}$ dar und sind in der Regel innen farblos und durchsichtig, nach aussen opak und weisslich werdend. Die Pyramidenflächen der ganz klaren Krystalle sind öfters einheitlich, diejenigen der weisslichen Krystalle dagegen in eine Menge kleinerer Flächen aufgelöst, welche bis $70^\circ 30'$ von der Hauptpyramidenfläche abweichen. In der Vertheilung dieser vicinalen Flächen an verschiedenen Individuen oder an verschiedenen Pyramidenflächen desselben Individuums zeigt sich keine Regelmässigkeit, auch keine Symmetrie zwischen den an den beiden Seiten der Mittelkante liegenden Flächen. Da diese Vicinalflächen besonders reichlich an den opaken Krystallen auftreten, nimmt Verf. an, dass dieselben secundär durch die Verwitterung entstanden sind, und suchte sie an frischen Krystallen durch Vertreibung eines Theiles des Wassers durch Erhitzen hervorzubringen. Es zeigte sich, dass durch Erhitzen auf 235° ,

253° und 300° die einheitliche Pyramidenfläche allmählich in ganz ähmlicher Weise aufgelöst und der Krystall gleichzeitig weiss und undurchsichtig wird. Verf. hat beobachtet, dass durch Erwärmen die Apophyllite sich nach {001} aufblättern und schon makroskopisch feinstreifig nach {001} werden. Durch die dabei erfolgten Verschiebungen würde diese secundäre Zertheilung der Flächen entstanden sein. Da die Verschiebung in annähernd parallelen Ebenen stattfindet, bleiben die entstandenen Flächen hauptsächlich in den Zonen (111) : (001).

In optischer Hinsicht zeigen sich die Apophyllitkrystalle von Sulitelma aus einem Kerne von chromocyklischem Charakter und einer Randzone von leukocyklischem Charakter bestehend. Durch Erwärmung auf 267° wurden die Chromocyklitpartien in Leukocyklit übergeführt unter gleichzeitiger Abgabe von etwa 2 0/0 Wasser.

Um die Art des Gebundenseins des Wassers zu studiren, wurden mit einigen Apophylliten die Gewichtsverluste, in Procenten ausgedrückt, bei den folgenden Temperaturen bestimmt:

	Sulitelma:	Utö:	Bergenhill:	Nordmarken:	Poonah:
200°	0,75	1,15	1,15	2,05	2,55
235°	3,25	3,70	3,75	4,44	4,93
267°	5,32	6,23	6,32	6,73	7,17
340°	8,70	9,04	9,20	9,90	9,93
350°	12,52	12,50	12,50	12,99	12,99
400°	15,67	16,31	16,85	16,55	16,85
Bei schwach. Rothgl.	16,91	17,75	18,10	18,23	18,67
Vor dem Gebläse	16,91	17,98	18,10	18,23	18,67

Bis 350° ausgeführte Beobachtungen des Verlaufes der Temperaturcurve in erhitztem Apophyllitpulver liessen kein Nachlassen des Ansteigens an irgend einem Punkte erkennen. Verf. meint deshalb, alles Wasser sei in gleicher Weise gebunden und zwar als feste Lösung vorhanden.

Eine von L. Ramberg ausgeführte Analyse ergab: SiO_2 52,64, Al_2O_3 + Fe_2O_3 2,23, CaO 23,82, K_2O 4,96, Na_2O 0,03, Glühverlust 16,91; Summe 100,58.

Ref.: H. Bäckström.

30. A. E. Nordenskiöld (in Stockholm): **Mikrolith von Skogböle** (Geol. Fören. Förh. 1899, 21, 639—640).

An Krystallen von Ixiolit und Skogbölit von Skogböle im Kirchspiel Kimito, Finnland, wurde als ein bis 0,5 mm dicker Ueberzug ein krystallinisches, gelbbraunes, schweres, ziemlich hartes Mineral beobachtet. Spec. Gew. 5,65. Eine mit 0,3 g ausgeführte Analyse ergab: Ta_2O_5 72,16, SnO_2 1,96, CaO 14,23, FeO 4,79, Ce_2O_3 0,14, Glühverlust 0,14, unbestimmt und Verlust 6,61; Summe 100,00.

Das Mineral ist demnach Mikrolith.

Ausser bei Skogböle ist Mikrolith an zwei anderen Stellen in Skandinavien gefunden worden, nämlich: 1) auf Utö, als gelbe Krystalle und krystallinische Massen in dem petalitführenden Pegmatitgänge eingesprengt; 2) in der Timmerhult-Feldspathgrube in Bohuslän, als ziemlich grosse, gelbbraune Krystalle vom spec. Gew. 5,56.

Ref.: H. Bäckström.

31. E. Svedmark (in Stockholm): **Ueber die Grube von Skrickerum** (Teknisk Tidskrift 1899).

Die Grube von Skrickerum im Kirchspiel Tryserum, Gouvernement Kalmar, ist bekannt durch ihre Selenmineralien. Es war von hier, dass Berzelius 1818 das erste Selenmineral, den Eukairit, beschrieb. 1866 theilte A. E. Nordenskiöld neue Analysen sowohl des Eukairit als des Selenkupfers, des Berzelianit, mit und fügte zu diesen das von ihm Crookesit benannte, thalliumreiche Selenkupfermineral. Das Material zu diesen Untersuchungen stammte aus den alten Halden der Grube, in welcher nur 1779—1784 gearbeitet wurde, und zwar auf Kupferkies und Buntkupfererz. 1898 wurde die Grube von einigen Mineralogen wieder geöffnet. Es zeigte sich dabei, dass die Selenmineralien in einem schmalen Kalkspathgange vorkommen. Der Berzelianit bildet bis staubfeine Imprägnationen im Kalkspath, der seltenere Eukairit dagegen kleine, silberweisse bis blaugraue geschmeidige Körner, bisweilen in bohnergrossen Anhäufungen concentrirt. Ausser den Selenmineralien fanden sich spärlich gediegen Silber und Kupfer, ferner reichlich kleine Cupritkörner, mehrere Eisensilicate, kohlehaltige Pechblende, Uranocker etc.

Der von Berzelianit imprägnirte Kalkspath enthält davon Spuren bis 10 %, durchschnittlich vielleicht 3 %. Eine von C. G. Särnström ausgeführte Analyse des reinen Mineralen ergab:

<i>Se</i>	39,22
<i>Cu</i>	57,21
<i>Ag</i>	3,51
<i>Au</i>	0,0073
	99,9473

Ref.: H. Bäckström.

32. Hj. Sjögren (in Nynäs, Schweden): **Chemische Untersuchung einiger Mineralien von Klein-Arö und Ober-Arö im Langesundfjord** (Bull. Geol. Inst. Upsala 1899, Nr. 8, 4, 227—230).

Die von Flink neuerdings krystallographisch untersuchten Mineralien (diese Zeitschr. 32, 617) wurden von Dr. Mauzelius analysirt.

Epididymit von Klein-Arö. Spec. Gew. 2,55. Die mit bei 110° getrocknetem Material ausgeführte Analyse ergab:

	Gefunden:	Berechnet für $HNaBeSi_3O_8$
<i>SiO₂</i>	72,04	73,44
<i>BeO</i>	10,22	10,24
<i>Na₂O</i>	12,66	12,65
<i>K₂O</i>	0,27	—
<i>H₂O</i>	4,51	3,67
	99,70	100,00

Albit von Klein-Arö. Spec. Gew. 2,587. Das zur Wasserbestimmung benutzte Analysenmaterial wurde bei 150° getrocknet.

SiO_2	65,99
Al_2O_3	49,96
Na_2O	11,34
K_2O	1,45
H_2O	1,04
	99,78

Diaspor von Ober-Arö. Spec. Gew. 3,34—3,36. Das Material war bei 120° getrocknet. Das Wasser wurde als Glühverlust bestimmt.

SiO_2	0,24
Al_2O_3	84,38
H_2O	15,70
	100,29

Ref.: H. Bäckström.

33. E. D. Stratanowitsch (a. d. Bogoslow'schen Hütte, Turjinsk'sche Gruben, Gouv. Perm): **Bestimmung der Plagioklase nach der neuesten Methode von Fedorow** (Verhandl. der k. russ. mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg 1899, (2), **37**, 159—247). Hierzu Taf. X.

Die vorliegende Arbeit besteht aus folgenden fünf Kapiteln: 1) Allgemeine Grundzüge des neuesten Diagramms für die Bestimmung der Plagioklase. 2) Das dreiaxige »Universalischchen« und das Verfahren der Projection der Resultate der universal-optischen Untersuchung. 3) Systematisches Verfahren der universal-optischen Analyse der Plagioklase und drei Methoden für deren individuelle Bestimmung mittelst des neuen Diagramms. 4) Bestimmung der krystallographischen Combinationen von mikroskopischen Krystallen in Dünnschliffen. 5) Bedeutung der »Universalmethode« in der Reihe der anderen Methoden krystallooptischer Untersuchung. Methoden von M. Lévy, Becke, Viola, Klein u. A.

Verf. hat weniger die Absicht, über die Arbeit von E. v. Fedorow »Universalmethode und Feldspathstudien« zu referiren, als vielmehr das praktische Verfahren, mittels dessen die Bestimmung der Plagioklase nach der »Universalmethode« ausgeführt wird, zu erläutern. In dem dritten Theile der »Universalmethode und Feldspathstudien« wurde von E. v. Fedorow¹⁾ für die Plagioklase ein neues Diagramm vorgeschlagen, welches den grossen Vortheil gegen das frühere hat, dass es auch das Gesetz, nach dem der Zwillingkrystall im Dünnschliffe ausgebildet ist, festzustellen erlaubt.

Zu diesem Diagramm wurden von Fedorow unter Mitwirkung des Verfs. einige Ergänzungen gemacht, die zu bestimmen erlauben, zu welchen Flächen die Umrisse des zur Untersuchung vorliegenden Krystallschnittes gehören. Auch wurde in dieses Diagramm die in letzterer Zeit von Fedorow auf Grund der Untersuchung der Anorthitgabbros des Bogoslow'schen Bergreviers gemachte Correction für die Plagioklase der Labrador-Anorthitreihe, d. i. Nr. 50 bis 100, eingetragen, so dass in der betreffenden Gestalt dieses Netz in der Arbeit des Verfs. zuerst erscheint und daher auch hier reproducirt worden ist (s. Taf. X).

Ausserdem giebt Verf. eine neue Methode der Anwendung des Diagramms für die Plagioklase an.

1) E. v. Fedorow, Universalmethode und Feldspathstudien. III. Die Feldspäthe des Bogoslow'schen Bergreviers. Diese Zeitschr. 1898, **29**, 604.

Auf dem Netz (Taf. X) sind schwarz ausgezogen die vom Verf. construirten Curven, welche für die Bestimmung der Krystallflächen dienen, aufgetragen; die schwarz punktirten bedeuten aber (in jedem Punkte derselben) die Pole der Zwillingssachsen des Albit-, des Karlsbader, des Manebacher und des »zusammengesetzten« Gesetzes, und zwar ist durch [001] die Curve des Karlsbader Gesetzes, durch (010) die Curve des Albitgesetzes bezeichnet. (Als »zusammengesetztes« Gesetz wurde von Fedorow die Combination des Albit- und Karlsbader Gesetzes bezeichnet.) Die Zahlen, welche längs der Curven stehen, bedeuten die Nummer der Plagioklasse. Nach dem Vorschlage von Fedorow bezeichnet man, wie bekannt, die Plagioklasse mit Zahlen, die den Procentgehalt an Anorthit zeigen, z. B. Nr. 0 reiner Albit, Nr. 100 reiner Anorthit u. s. w. Wenn also die optischen Constanten des Plagioklasses bestimmt sind, so lässt sich nach dem Diagramm nicht bloss seine Nummer, sondern auch das Zwillingsgesetz desselben ableiten.

Um seine Arbeit denjenigen, die mit der Universalmethode nicht vertraut sind, zugänglich zu machen, giebt Verf. im zweiten Kapitel eine Beschreibung des schon bekannten dreiaxigen Universalzeichens, erörtert die Methoden der Projection auf die stereographischen Netze und verschiedene Operationen mit denselben. Zur Erleichterung sind folgende Aufgaben und deren Lösung angegeben: 1) Auf dem gegebenen Bogen des grossen Kreises des Netzes den Punkt, der im Abstände einer gewissen Zahl von Graden von einem gegebenen Punkte auf demselben Bogen sich befindet, zu finden. 2) Die Zahl der Grade zwischen zwei auf dem Netze gegebenen Punkten zu messen. 3) Einen gegebenen Bogen des grossen Kreises zu halbiren.

Bei der Erörterung der Bestimmung der Plagioklasse (Kap. III) kommen folgende Methoden der Anwendung des neuen Diagramms, je nach der Art der Orientirung des Schnittes, zur Besprechung: 1) Die Plagioklassenschnitte werden nach der Trace der Ebene der Zwillingungsverwachsung orientirt. 2) Die Schnitte werden nach der Trace der Spaltungsebene orientirt.

4. Die Schnitte der Plagioklasse werden nach der Trace der Verwachsungsebene der Zwillinge orientirt.

Verf. bespricht drei Typen der möglichen Plagioklassenschnitte: 1) Schnitte senkrecht zu einer optischen Axe oder wenig davon verschieden; 2) Schnitte, parallel der Ebene der optischen Axen oder nur wenig dagegen geneigt; 3) intermediäre Schnitte zwischen 1 und 2.

Bei der Anwendung des neuen Diagramms wird der orientirenden Trace nicht die Bedeutung (010) gegeben, wie früher, sondern die krystallographische Bedeutung derselben wird auf Grund des Diagramms erst nach der vorläufigen optischen Untersuchung des betreffenden Individuums abgeleitet. Nach der endgültigen Orientirung und der Aufstellung der Glassegmente werden für die Bestimmung des Plagioklasses die Axen des optischen Ellipsoides n_g , n_m und n_p aufgesucht, um nachher die sphärischen Coordinaten der Zwillingssaxe (d. i. die sphärischen Abstände derselben von den Polen n_g , n_m , n_p) zu finden. Das geschieht auf verschiedene Weise, je nach dem vorliegenden Schnitte. Im allgemeinen erörtert Verf. folgende Fälle der Bestimmung der Plagioklasse: 1) Ableitung der sphärischen Coordinaten aus den beiden optischen Axen; 2) aus einer der optischen Axen und dem Auslöschungswinkel; 3) Ableitung der sphärischen Coordinaten mittelst directer Beobachtung der Symmetrieebenen des optischen Ellipsoides; 4) aus zwei direct beobachteten Ebenen des optischen Ellipsoides ohne vorläufige Bestimmung der optischen Axen; 5) aus einer der optischen

Axen und deren Ebene. Diese Bestimmungen werden mit mehreren Beispielen und Erläuterungen an den stereographischen Netzen (deren im Ganzen 19 der Arbeit beigegeben sind) illustriert.

2. Die Schnitte werden nach der Trace der Spaltungsebene orientirt.

Als orientirende Trace dient in diesem Falle eine Zonenaxe, die in (010) oder (001) liegt, weil die Spaltbarkeit bei den Feldspäthen nur nach diesen Ebenen beobachtet wird. Das Princip der Bestimmung der Nummer des Plagioklases ist ein anderes, als bei der Orientirung nach der Zwillingsnaht: dort wird die Nummer des Plagioklases aus den sphärischen Coordinaten für die Zwillingsaxe bestimmt und daraus die krystallographische Bedeutung der Verwachsungsebene abgeleitet, hier werden die Coordinaten für die Zonenaxe des Schnittes abgeleitet, um die Nummer des Plagioklases zu bestimmen. Der Pol der Zonenaxe kann jedoch in vier verschiedenen Punkten des Diagramms liegen, was eine Unbestimmtheit der Lösung zur Folge hat, die aber durch die von E. v. Fedorow vorgeschlagene Regel (»Die Feldspäthe d. B. B.«, diese Zeitschr. 29, 643) beseitigt wird: man beachte die positiven und negativen Theile des Coordinatensystems.

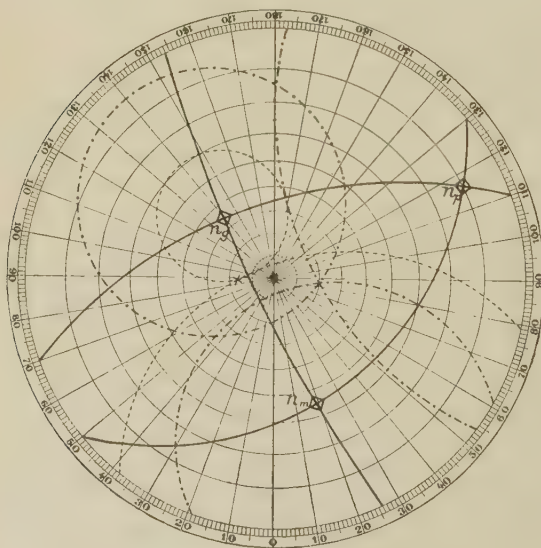
Was die dritte, vom Verf. gefundene Methode der Anwendung des Diagramms für Plagioklasse anbetrifft, so gilt sie für solche Schnitte, auf welche weder die erste noch die zweite Methode anwendbar ist. Wenn ein Schnitt keine Zwillingsbildung zeigt oder die Spaltungsrisse nicht deutlich genug sind, um nach ihnen direct den Pol der Spaltungsebene einzustellen, wie es die zweite Methode verlangt, so haben wir nur zu beachten, ob im Schnitte irgend eine Spur von Spaltbarkeit bemerkbar ist; im positiven Falle orientiren wir darnach den betreffenden Schnitt und finden dann, nach der Zonenaxe, die in der

Spaltungsebene liegt und mit der H -Axe des Universaltischens zur Deckung gebracht wird, die möglichen Lösungen. Die vorgeschlagene Methode erlaubt zu controliren, welche von den gefundenen Nummern die richtige ist.

Da auf dem Diagramm (siehe Taf. X) jeder Punkt der Curven (010) und (001) der Pol einer von diesen Flächen ist, so können wir leicht für jede Nummer des Plagioklases die sphärischen Coordinaten des Poles der Spaltungsebene in Bezug auf die Axen n_g , n_m und n_p ablesen.

Wenn wir z. B. einen Fall der Bestimmung haben, wie er in beistehender Figur dargestellt ist, so sind zwei Lösungen möglich:

1) Nr. 57, wenn die Spaltbarkeit (orientirende Trace) (001) ist,



2) Nr. 45, wenn die Spaltbarkeit (orientirende Trace) (010) ist, und diesen Nummern entsprechen folgende Coordinaten des Poles der Spaltungsebene:

	n_g	n_m	n_p
1) für Nr. 57	50°	52°	63°
2) - Nr. 45	26	65	83

Folglich, wenn wir auf dem Netze Bögen von kleinen Kreisen unter entsprechendem Winkel um jeden der Punkte n_g , n_m und n_p construiren (diese Bögen sind für Nr. 57 strichpunktirt angegeben) so erhalten wir in dem gemeinsamen Punkte der drei Bögen den Pol der Axe der Spaltungsebene. Diese Ableitung liefert uns aber eine wichtige Folgerung. Wir können den Coordinaten der Zonenaxe, auf denen die Ableitung der möglichen Lösungen basirte, Vorzeichen geben und folglich controliren, welche von ihnen die richtige ist. Dies erklärt der Verf. an einigen Beispielen.

Bei der Besprechung der Bedeutung der vom Verf. construirten gestrichelten Curven — Kap. IV — (s. Taf. X), erklärt Derselbe, dass jeder mit einer Zahl bezeichnete Punkt derselben eine gnomostereographische Projection der am häufigsten in den Combinationen vorkommenden Flächen (110), ($\overline{1}\overline{1}$ 0), ($\overline{2}$ 01) und ($\overline{1}$ 01) ist.

Zur Bestimmung dieser Flächen können zwei Methoden dienen: die erste besteht darin, dass man vorläufig eine Vermuthung über das Symbol der Fläche aufstellt und nachher diese Vermuthung controlirt durch die Construction auf dem Diagramm; die zweite darin, dass man direct, d. i. ohne jede Vermuthung, das Symbol aufsucht. In beiden Fällen muss man den Pol der Zonenaxe, die im Schiffe die Trace der beobachteten Fläche darbietet, auftragen, wozu es nöthig ist, die sphärischen Coordinaten dieser Axe in Bezug auf n_g , n_m und n_p zu wissen.

Verf. räth, alle vier Stellungen der Zonenaxe aufzutragen, weil die Unterscheidung des + und — Vorzeichens, welches die abgelesenen Winkel haben müssen, in diesem Falle ziemlich schwer ist.

Endlich, in Kap. V, bespricht Verf. kurz die anderen Methoden der kristallographischen Untersuchungen von M. Lévy, Becke u. s. w. und kommt zu dem Schlusse, dass eine vollständige petrographische Methode

1) nicht bloss auf eine einzelne Gruppe des Minerals angewendet werden darf, sondern auf jedes Individuum, ohne Unterschied von Gruppe, Familie, Gattung u. s. w.;

2) mit einem beliebigen Schnitt des Minerals zu operiren in den Stand setzen muss;

3) nicht bloss ein einziges Merkmal ableiten darf, sondern verschiedene aus der Zahl derer, welche von den optischen Eigenschaften des Objectes abhängen.

Diesen Forderungen entspricht, der Meinung des Verf. nach, zur Zeit nur die »Universalmethode«.

Ref.: P. v. Susterschinsky.

34. E. v. Fedorow und W. Nikitin (in St. Petersburg): **Die Mineralien des Bogoslawsk'schen Bergreviers** (L'Aunuaire géol. et. min. de la Russie, Nowo-Alexandria 1899, 3, 94—103).

Die beiden Autoren haben das im Titel genannte Gebiet geologisch aufgenommen und geben in der Abhandlung wesentlich petrographische Beobach-

tungen, besonders über die Feldspäthe, über welche der eine der Autoren ja auch schon in dieser Zeitschrift mehrfach berichtet hat. Es wird ferner erwähnt ein Quarzkrystall der gewöhnlichen Combination, mit einem klaffenden keilförmigen Spalt in der Mitte, hervorgerufen durch ein früher eingelagert gewesenes, aber nun weggeführtes Mineral.

Quarzin in mikroskopischen Sphärolithen in Blöcken unmittelbar in Diabas längs dem Flusse Kakwa gelagert. Das Gestein hat Türkisfarbe und ist etwas marmorirt.

Diallag in regelmässiger Verwachsung mit Hornblende aus Gabbro. Epidot als Bestandtheil verschiedener Gesteine.

Aus Augit-Granatgestein wurden untersucht: Granat; harzbraune und hellgrüne Körner, manchmal {440} und {244} zeigend. Die grössten Körner, fast 1 dem Durchmesser, stammen vom Süden des Solotoi Kamenj. Die Analyse ergab:

	SiO_2	Fe_2O_3	FeO	CaO	Al_2O_3	Mn_2O_3
Braun	34,98	23,77	3,33	34,06	3,32	1,22
Grün	38,22	25,62	1,96	31,80	2,11	0,58

Die grünen zeigen starke optische Anomalien, welche alle von der äusseren Umgrenzung abhängig sind. Sehr häufig sind Pseudomorphosen von Epidot nach Granat. Auf dem Auerbach'schen Eisenwerk, sowie am Bache Garewaja (Woronzow'sches Eisenwerk) finden sich Pseudomorphosen von Rotheisenerz nach Granat. Sie bilden das Haupterz der Auerbach'schen Grube. Ged. Kupfer; ausser auf den Turjinsk'schen Gruben findet sich dasselbe auch im Sande des Flusses Sosswa, was bei der starken Erosion der oberen Theile der Augit-Granatgesteine, welche Kupfererze enthalten, leicht erklärlich ist. Unter den Erzen der Kupfergruben fanden sich noch Zinkblende, Bleiglanz in unregelmässigen Körnern, ferner gediegen Arsen, ein krummschaliges Stück, ein einzigesmal bei 85 m Tiefe auf der Bogoslow'schen Grube beobachtet. Körner von Löllingit; enthält Ni , Co , Cu und Schwefel nur in Spuren, bildet mit Antimonit, Arsen- und Antimonfahlerz Anreicherungen auf der Baschmakowsk'schen (und Pesterow'schen) Grube.

Turmalin als Seltenheit in mikroskopisch feinen Nadelchen am Contact von Kalk und Granatgestein am rechten Ufer der Garewaja. Datolith fand sich ein einziges Mal als Kruste auf einem Diabas-Aphanitgange in 130 m Tiefe. Siderit ziemlich häufig in den Kupfergruben. Vivianit im Thon, auch als Zersetzungsproduct des Pyrit im Augit-Granatgestein. Manganit, Wad in Concretionen und Adern im Thon. Baryt fand sich an einem Schurf an der Garewaja auf eischüssigem Hornfels. Einfache Krystalle nur P , M , o zeigend, mit vorzüglichen Aetzfiguren auf o .

Cuprit, in neuerer Zeit in beträchtlichen Anreicherungen im Thon auf dem Auerbach'schen Bergwerke aufgetreten. Buntkupfer in dem Ausgehenden der Augit-Granatgesteine im Oberlaufe des Wagan, ferner in dem Oberflächenthone der Alexejew'schen Grube und anderen Orten, derb, oberflächlich in Malachit umgewandelt. Kupferkies fast auf allen Kupferfundstellen des Bogoslow'schen Reviers, das eigentliche primäre Cu -Mineral, sehr verbreitet, stets derb; als Zersetzungsproduct Kupfervitriol.

Im Zusammenhange mit dem Augit-Granatgestein stehen auch die Eisenerzlager. In diesen ist das verbreitetste Erz der Rotheisenstein, welcher auf der Auerbach'schen Grube das Haupterz bildet und sich mit Thon und Quarz

an Stelle der verwitterten Granatgesteine abgelagert hat. Magnetit und Martit in mächtigen Nestern und Stöcken gebunden an die Augit-Granatgesteine. Der mächtigste Stock bildet die Hauptmasse des Erzes der Woronzow'schen Grube an der Garewaja, ferner der Pokrowsk'schen und Auerbach'schen Grube. Der Magnetit ist oft in Martit übergegangen, besonders schön erhaltene Krystalle am erstgenannten Fundort. Eisenglanz in »Adern und Stöcken«, Pseudomorphosen von Magnetit nach Eisenglanz (Alexejew'sche Grube), welche die Verf. mit einem neuen Namen belegen »Muschketowit«.

Gediegen Gold erscheint in kleinen Mengen als beständiger Begleiter der Augit-Granatgesteine, auch etwas gediegen Silber wurde aufgefunden, Calcit sehr häufig, Chlorit dicht, und radialstrahlige, kugelige Aggregate von Gismondin.

Im östlichen Theile des Bogoslow'schen Reviers erscheinen zwei Serpentinstöcke. Als Ueberreste von primären Mineralien trifft man noch Olivin, seltener Diallag oder rhombischen Pyroxen. Das wichtigste Erz ist der Chromit in dichten Massen. Täfelchen eines chromhaltigen Klinochlors auf Chromit aufgewachsen zeigen bei Tageslicht grüne, bei Kerzenlicht rothe Farbe. Im Serpentin finden sich Pennin und Kämmererit in dichten Massen; Tremolit, blättriger Bastit, Talk, Picotit, Periklas, Anatas, Opal, Thomsonit, Pseudomorphosen von Limonit nach Chromit und Quarzadern mit Freigold.

In den Gabbrogesteinen fanden sich Antophyllit und Titaneisen. In den tertiären Schichten Gold, Manganglaukonit (Marsjatskit) in mikroskopischen amorphen Körnchen als Hauptmasse eines Sandsteins, welcher 25,06% Mangan enthält, endlich Limonit, Lignit.

Ref.: F. Grünling.

35. J. Antipoff (in St. Petersburg): **Eine neue Analyse des Bucklandits** (Verh. d. k. russ. miner. Gesellsch. 1899, 37, Prot. 45—48).

Die Krystalle des Minerals stammen aus den Achmatow'schen Gruben (Ural). Das Material für die Analyse wurde sehr sorgfältig ausgewählt und mit Salzsäure behandelt, um die kleinen Calciteinschlüsse zu lösen. Die Analyse ergab:

SiO_2	35,32
CaO	28,12
Al_2O_3	16,90
Fe_2O_3	12,34
FeO	4,06
MgO	0,28
CeO_2	0,84
K_2O	0,68
Na_2O	0,11
TiO_2	Spur
H_2O	1,60
	100,19

Spec. Gew. des pulverisirten Minerals 3,44.

Ref.: V. v. Worobieff.

36. N. Orloff (in St. Petersburg): **Neuer Fundort des Berylls in der Nähe der mongolischen Grenze und der Stanitza Narassun** (Ebenda 48—49).

Verf. hat ein neues Vorkommen von Beryll, 20 km SSO vom Dorfe Narasun, an einem Nebenflusse des Flusses Gasakin in Sibirien, in der Nähe der Grenze mit der Mandschurei, entdeckt. Die Krystalle finden sich in Pegmatit- und Quarzlagen, welche im Biotitgranit in der Nähe seines Contactes mit dem Glimmerschiefer auftreten. Sie sind bisweilen sehr gross, zeigen $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ herrschend, $\{21\bar{3}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$ und viele andere unbestimmbare Formen. Die Flächen von $\{0001\}$ tragen deutliche Aetzfiguren, welche durch die Flächen von $\{10\bar{1}4\}$ und $\{0001\}$ begrenzt sind.

Schliffe nach der Basis zeigen im mittleren Theile keine Anomalie, dagegen näher zur Peripherie bemerkt man eine Structur, bestehend aus concentrischen Schichten, deren einige einaxig, die anderen aber deutlich zweiaxig sind. Die am nächsten zum mittleren normalen Theile liegende Schicht zeigt die grösste Anomalie, und die Axenebene liegt hier senkrecht zur Richtung der Schicht. Dagegen zeigt die Substanz an der Peripherie die Axenebene parallel der Schicht orientirt. Ferner hat Verf. scheinbare Zwillingsslamellen, solchen des Leucits und Turmalins ähnlich, beobachtet, welche mit einander die Winkel 60° und 90° bilden.

Die (nicht mitgetheilte) chemische Analyse zeigt, dass diese Berylle eine isomorphe Mischung der Beryll- und Euklas-Substanz bilden, und zwar sind die Verhältnisse der Moleküle beider 45:4 im mittleren normalen Theile und 3:4 in den peripherischen Theilen. Verf. meint, dass diese isomorphe Beimischung die Ursache der optischen Anomalie sei.

Die Gruben wurden »die Groth'schen Beryllgruben« genannt.

Ref.: V. v. Worobieff.

37. S. Schemtschuschnij und N. Kurnakoff (in St. Petersburg): **Uebergang des Mirabilits in Thenardit** (Verh. d. k. russ. min. Gesellsch. 1899, 37, Prot. 49—52).

Es war schon früher bekannt, dass die Beimischung von NaCl zu einer Lösung von $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ die Ausscheidung von Na_2SO_4 schon bei 48° ermöglicht. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass der gleiche Process auch in der Natur, nämlich in den Salzseen (Mormischensee, Gouvern. Tomsk) vor sich geht, und hier auch die Verhältnisse zwischen NaCl und $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ unter gewissen Umständen (Jahreszeit, Temperatur des Wassers) die Ursache der Bildung des Thenardits sind.

Ref.: V. v. Worobieff.

38. L. Jatschewsky (in Ekaterinoslaw): **Festigkeitsuntersuchungen des Nephrits** (Ebenda 56—57).

Verf. hat gefunden, dass der Druckwiderstand des Nephrits sehr gross ist, indem nämlich das Mineral erst bei 7755 kg Belastung pro qcm zerquetscht wird.

Ein Würfel aus Nephrit, welcher mit 6017,7 kg pro qcm belastet wurde, erhielt nur einige unbedeutende Spalten.

Die Untersuchungen der Festigkeitsgrenze (mit der Maschine von Wischnegradsky) ergaben den Werth 804,3 kg pro qcm.

Ref.: V. v. Worobieff.

39. Derselbe: **Gediegenes Kupfer als färbendes Pigment** (Ebenda 57).

Verf. untersuchte ein purpurgefärbtes Glas und fand, dass die Dendriten

des Pigmentes nicht aus Cuprit (was früher angenommen wurde), sondern aus gediegenem Kupfer bestehen.

Ref.: V. v. Worobieff.

40. J. Samojloff (in Moskau): **Zur Frage über die Lagerungsverhältnisse und die Paragenesis der Eisenerze Central-Russlands** (Proc. verb. d. l. Soc. Imp. d. Natur. d. Moscou, 1899, Nr. 6—9, 14—24).

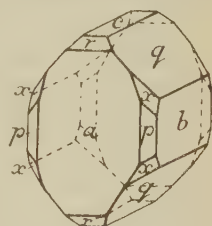
Beim Studium des Alters und der Lagerungsverhältnisse der Eisenerzvorkommen in Central-Russland hat Verf. folgende Mineralien gesammelt: Limonit, bisweilen mit grossem Mn-Gehalte, Turjit, Göthit, Hydrogöthit (zwei Analysen des letzteren Minerals von Trosnà ergaben: H_2O 13,16 % und 12,99, Mittel 13,07 %, was sehr gut dem theoretischen Werthe 13,04 entspricht); der fein gepulverte Hydrogöthit hat eine charakteristische backsteinrothe Färbung (röther als Limonit, gelber als Göthit), Siderit, erdiger Vivianit, verschiedene Kieselsäurevarietäten: Feuerstein, Achat, Quarz, bisweilen in sehr guten Krystallen, Lardit (als eine dünne Schale auf dem Limonit), Calcit (Krystalle und derb), Aragonit, Phosphorite, Gyps, Pyrit und Markasit.

Ref.: V. v. Worobieff.

41. P. Duplitzky (in Moskau): **Ueber die Krystallform der Dextro-Kamphersäure-Acetonverbindung** $2C_{10}H_{16}O_4 \cdot (CH_3)_2CO$ (Ebenda Nr. 10—11, 8—11).

Die Substanz wurde schon von Pope (diese Zeitschr. 28, 128) untersucht. Verf. hat die neuen Formen $c\{001\}$, $r\{101\}$, $x\{121\}$ in der durch heistehende Figur wiedergegebenen Combination gefunden; sie geben schlechte Reflexe. Die Messungen stehen sehr nahe den Popeschen, nämlich:

$$a : b : c = 0,8564 : 1 : 1,2378.$$



	Grenzwerte:	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(100) : (110) =$	$40^0 4' - 40^0 54'$	26	6	$*40^0 34'$	—	—
$(010) : (011)$	$38 43 - 39 24$	44	10	$*38 56$	—	—
$(001) : (101)$	$54 23 - 55 42$	4	2	$55 24$	$55^0 20'$	$0^0 4'$
$(010) : (121)$	$34 27 - 36 3$	6	2	$35 24$	$35 23$	$0 1$
$(011) : (121)$	$32 28 - 32 49$	4	2	$32 40$	$32 43$	$0 3$
$(110) : (011)$	$59 17 - 60 6$	22	6	$59 35$	$59 37$	$0 2$
$(110) : (101)$	$54 13 - 54 29$	2	2	$54 24$	$54 19$	$0 2$
$(101) : (011)$	$69 0 - 69 16$	4	2	$69 6$	$69 4$	$0 2$

Ref.: V. v. Worobieff.

42. J. Samojloff (in Moskau): **Turjit und die ihn begleitenden Mineralien aus der Uspensk'schen Grube (Süd-Ural)** (Bull. d. l. Soc. Imp. d. Natur. d. Moscou 1899, 1, 142—156. Mit deutschem Resumé).

Untersucht wurde die derbe erdige Varietät der Eisenerze aus der Uspensk'schen Grube, welche zu der Gruppe der Bakal'schen Gruben gehört. Die Ergebnisse der chemischen Analysen:

	Uspensk-Simsk'sche Grube Nr. 3:	Uspensk-Simsk'sche Grube Nr. 2:	Werchne-Uspensk'sche Grube:	Uspensk-Juresan'sche Grube:
Fe_2O_3	90,1	91,6	90,3	91,0
Mn_2O_3	3,8	3,8	3,9	2,8
H_2O	6,0	4,3	5,3	5,25
	99,9	99,7	99,5	99,05
Wasser bei ca. 110° C.	3,2	2,5	1,9	1,8

zeigen, dass diese Erzvarietät als identisch mit dem Turjit Hermann's betrachtet werden muss. Mn_2O_3 ist augenscheinlich keine zufällige Beimischung; in Anbetracht der Verwandtschaft der Elemente *Fe* und *Mn* kann man die Existenz eines Hydrats $2Mn_2O_3 \cdot H_2O$ annehmen, welches dem Turjit analog ist. Beim Erhitzen decrepitiert der Turjit von Uspensk nicht. Das spezifische Gewicht, vermittelt des Pyknometers in Pulverform bestimmt, ist = 4,63 bei einer Temperatur von 12° C. Die bisherigen Angaben über das spezifische Gewicht des Turjits machen die Annahme wahrscheinlich, dass zwei Hydrate von der Zusammensetzung $2Fe_2O_3 \cdot H_2O$ existiren. In diesem Falle wäre es richtig, als Turjit nur das Hydrat vom spec. Gew. 3,5 und als Hydrohämatit dasjenige vom spec. Gew. 4,5 zu bezeichnen. Dem Turjit sind folgende Mineralien beigemengt: 1) Porphyrisch zerstreute Feldspäthe von der Combination: {001} {010} {111} {110} und ein Prisma mit grösserer Axe *a* (\approx ? d. Ref.). Auf Grund der Prüfung von Schliffen im parallelen und convergenten polarisirten Lichte, der Winkelgrösse (001):(010) = 86° 27', sowie des Verhaltens gegenüber rauchender *HCl* documentirt sich dieser Feldspath als Albit. Abgesehen von den Zwillingen nach dem Albitgesetze und mitunter nach dem Karlsbader, bilden die Krystalle des Albits Zwillinge auch nach dem seltenen Gesetze von Roc-Tourné (analog den Albiten der Alpen und Pyrenäen). 2) Schwarze, glänzende Krystalle, welche Pseudomorphosen von Göthit nach Pyrit, {102} und {001}, darstellen (Wassergehalt: 9,39 %); sämtliche Krystalle sind in der Richtung einer der Symmetriexen der zweiten Art verlängert. 3) Quarz findet sich meistens in Form unregelmässiger Körner, selten in Form kleiner Krystalle. Bei starker Vergrösserung sieht man in den Schliffen Einschlüsse, welche bewegliche Gasbläschen (nicht CO_2) enthalten. 4) Eisenglanz ohne *Ti*-Gehalt (H_2O_2 -Probe). 5) Pseudomorphosen von Eisenhydroxyd nach Siderit. 6) Kupferkies. 7) Pyrit als Anflug. 8) Baryt, grosskrystallinisch, zuweilen durch Spaltungsflächen begrenzt, die theilweise gekrümmt sind; der einzige gefundene Krystall zeigt die Combination {001}, {011} und {102}. Die krystallinischen Aggregate sind stark deformirt und zeigen ganz deutlich regelmässige Absonderungen nach {011}, {100} und {001} (eine Gleitung von Baryt nach einem Brachydoma wurde früher künstlich von W. Vernadsky durch Erwärmen erhalten). Beim Zerreiben des Baryts entwickelt sich Schwefelwasserstoffgeruch.

Ref.: V. v. Worobieff.

43. P. Zemjatschensky (in St. Petersburg): **Zur Mineralogie des Kaukasus** (Trav. d. l. Soc. Imp. d. Natur. d. St. Pétersbourg. — Compt. rend. d. séance. 1899, Nr. 1—2, 15—20, 30—32. Mit deutschem Res.).

Laumontit. Dieses Mineral wurde im Porphyrit eines Eisenbahneinschnittes im Thale des Flusses Bambak-tschay (126 km von Tiflis) gefunden. Die Krystalle zeigen die gewöhnliche prismatische Combination {110} {201}. Dünne

Krystalle so auf den Tisch des Mikroskopes gelegt, dass die Symmetrieebene demselben parallel ist, liefern einen Auslöschungswinkel von $70^{\circ} 45'$ mit der Kante des Prismas. Die chemische Analyse des Minerals ergab:

H_2O	12,43
SiO_2	52,31
Al_2O_3	23,04
CaO	12,22
	<hr/> 100,00

was sehr genau der Formel $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 3H_2O$ entspricht.

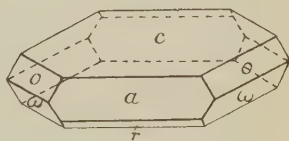
Heulandit. Dieses Mineral findet sich, wie der Laumontit, in dem Thale des Bambak-tschay an der im Bau begriffenen Kars'schen Eisenbahn. Der Heulandit bedeckt Spalten in einer compacten dunkelgrauen, röthlichen Gesteinsart (Porphyrit?). Neben ihm finden wir in grösserer Menge Desmin, welcher die grösseren Spalten erfüllt. Der Desmin erscheint nur blätterig, nicht in ausgebildeten Krystallen. Die Heulanditkrystalle erreichen eine Länge von 1—1,5 mm; meist zeigen dieselben die einfachste Combination: $\{110\}$, $\{201\}$, $\{201\}$, $\{001\}$ und $\{010\}$. Die Flächen von $\{010\}$ und $\{201\}$ sind sehr stark, die von $\{201\}$ schwächer und die von $\{110\}$, $\{001\}$, $\{110\}$ sehr schwach entwickelt. Im parallelen polarisirten Lichte zeigen sich die Krystalle nicht homogen, was sich in ungleicher Aufhellung und Verdunkelung offenbart. Die maximale Verdunkelung der einzelnen Felder in demselben Krystalle bildet mit der Kante $(201):(010)$ verschiedene Winkel, und zwar ist der Sinn der Drehung bei einem Krystalle für die aneinander grenzenden Felder ein entgegengesetzter, bei anderen der gleiche. Wenn wir den Krystall so orientiren, dass der Unterschied zwischen dem Hell- und Dunkelwerden der einzelnen Felder am grössten wird (dies geschieht, wenn die Kante $(010):(201)$ 7° — 10° mit dem Hauptschnitte des Analysators bildet), so zeigt er bei angegebener Richtung zum Theil eine gestreifte, zum Theil eine gitterförmige Structur. Die dunklen und hellen Streifen in den gitterförmigen Flächen sind parallel (201) und $(\bar{2}01)$ gerichtet.

Die angegebene Störung der Homogenität der Krystalle hängt, wie es scheint, von zwei Ursachen ab: 1) die Partien mit gitterförmigem Bau bestehen aus vielen zwillingsartig mit einander verbundenen Individuen; 2) die Flächen mit gestreiftem Bau entstehen aus der nichtparallelen Anlagerung der Theile während des Wachsthums des Krystalles; hier sind die dünnen Individuen scheinbar unter einem kleinen Winkel in der Fläche (010) gedreht. Auf eine ähnliche Erscheinung ist schon früher bei den Krystallen des Desmin aus Borschom hingewiesen worden (s. diese Zeitschr. 25, 574).

Ref.: V. v. Worobieff.

44. W. Zernoff (in Moskau): Ueber die Krystallform der Bromhexahydroorthotoluylsäure (Journ. phys. chim. (russ.) 1899, 31, 366—368).

Die Krystalle der Säure $C_8H_7O_2Br$ wurden vom Verf. dargestellt. Sie sind aus Petroleumäther mit Aceton erhalten. Leicht löslich in Aceton, Aether, Alkohol, schwerer löslich in Petroleumäther, Benzol, Ameisensäure, unlöslich in Wasser, HBr . Schmelzpunkt 97° . Spec. Gew. 1,574. Krystallsystem: Monoklin.



$$a : b : c = 1,2560 : 1 : 1,4593; \quad \beta = 113^{\circ} 8'.$$

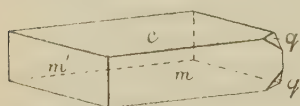
Beobachtete Formen: $e\{001\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $r\{\bar{1}01\}$.

	Mitt. Mess.:	Abweich.:	Zahl d. Mess.:	Zahl d. Kr.:	Diff.:
(100):(001) = 66° 54'		± 12'	24	9	—
(001):(101)	62 53	± 10	4	4	— 7'
(101):(100)	49 59	± 12	5	5	— 7
(100):(111)	46 49	± 14	11	4	—
(111):(111)	68 46	± 10	5	3	— 13
(111):(100)	64 44	± 25	16	5	+ 2
(111):(001)	49 41	± 7	8	4	—
(001):(111)	72 27	± 23	15	5	+ 3
(111):(111)	57 44	± 12	4	4	+ 11

Axenebene parallel (010) ; die Fläche (001) zeigt den Austritt einer Axe.

Ref.: V. v. Worobieff.

45. W. Vernadsky (in Moskau): Ueber die Krystallform des Dibenzolsulfonbenzilamid $(C_6H_5SO_2)_2.NCH_2C_6H_5$ (Journ. phys. chim. (russ.) 1899, **31**, 654—655).



Die Krystalle sind von W. Solonina dargestellt¹⁾. Monoklin-hemimorph.

$a:b:c = 0,6888:4:1,2034$; $\beta = 99^{\circ}2'$.

Tafeln nach (001) ; beobachtete Formen: $e\{001\}$, $m\{110\}$, $m'\{1\bar{1}0\}$, $q\{011\}$, ferner: $\{012\}$, $? \{0\bar{1}1\}$, $? \{\bar{1}21\}$.

	Beobachtet:	Grenzen:	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Ber.:	Diff.:
(110):(1̄10)	= *68° 27'	68° 14,5' — 68° 35,5'	17	5	—	—
(001):(110)	*82 32,5	82 20 — 82 56	28	4	—	—
(001):(011)	*49 55	49 42,5 — 49 59	8	4	—	—
(011):(012)	49 20	49 15 — 49 33	3	3	190° 13,5'	+6,5'
(001):(012)	30 34,5	30 23 — 30 39	3	3	30 42,5	—8
(011):(1̄10)	69 42	69 6 — 70 1,5	10	3	69 42	0
(011):(110)	59 4	58 52 — 59 14	10	3	59 5	—4
(012):(1̄10)	80 4	78 56 — 80 13	4	2	79 51,5	+8,5
(012):(110)	66 22,5	66 19 — 66 26	4	2	66 30	—7,5

Axenebene senkrecht zu (010) . Die stumpfe Bisectrix bildet einen kleinen Winkel mit der Normale zu (001) .

Ref.: V. v. Worobieff.

46. J. Kovář (in Prag): Chemische Untersuchung einiger Minerale aus der Gegend von Polička (Abhandl. d. böhm. Akad. 1899, Nr. 28, böhmisch).

I. Pleonast von Unter-Lhota in Mähren, dunkelbraun bis schwarz, eingewachsen in Urkalk: Al_2O_3 62,96, Fe_2O_3 8,84, FeO 3,17, MgO 24,70, SiO_2 0,98; Summe 100,25; $D = 3,84$.

II. Disthen von Trpín in Mähren, eingesprengt im Kalkstein: SiO_2 37,23, Al_2O_3 62,50, MnO Spur, CuO 0,14, Glühverl. 0,19; Summe 100,06; $D = 3,50$.

III. Grammatit von Bistrau in Böhmen, gelbgrün, seidenglanzende Adern

1) Die Verbindung ist im Journ. Phys. chim. **29**, 404 beschrieben.

im Urkalk; $D = 2,96$. Die Analyse ergab: SiO_2 57,04, Al_2O_3 0,29, FeO 0,95, MgO 27,98, CaO 13,62, Glühverl. 0,33; Summe 100,18.

IV. Kokkolith von ebenda, etwa 2 mm grosse, lauchgrüne, im Kalkstein eingesprengte Körner, $D = 3,26$. Die Analyse ergab: SiO_2 53,92, Al_2O_3 0,17, CaO 23,13, MgO 14,66, FeO 7,80, MnO Spur, Glühverl. 0,14; Summe 99,82.

V. Hydrargillit von Klein-Tresny in Mähren. Grauweiße, kugelförmige, innen radialblättrige Aggregate, durch Zersetzung des aus den Graphitgruben geförderten Steinmarks gebildet, haben die Zusammensetzung: Al_2O_3 64,92, Fe_2O_3 Spur, CaO 0,17, MgO Spur, H_2O 34,12, SiO_2 1,03; Summe 100,24; $D = 2,37$.

VI. Manganocalcit wurde in einer Graphitgrube in Gross-Tresny in Mähren im Limonit, der eine Kluft im Kalkstein ausfüllt, gefunden; er bildet blass rosenrothe, kugelförmige und traubige Aggregate von fast Apatithärte und $D = 3,08$. Die Analyse ergab: CaO 42,63, MgO 2,48, MnO 8,91, FeO 1,64, CO_2 42,97, Rückstand 1,86; Summe 100,49. Hieraus ergibt sich $CaCO_3$: $MgCO_3$: $MnCO_3$: $FeCO_3 = 33 : 3 : 5 : 1$.

VII. Ein Gemenge von Realgar und Auripigment wurde in plastischem Zustande an demselben Fundorte in einem Stollen als Kluftausfüllung angetroffen und erhärtete erst im Verlaufe von einigen Wochen. An derselben Stelle wurden auch Pyrit und Arsenopyrit in einer solchen Menge angefahren, dass dieselben als Muttermineralien der ersteren angesehen werden können. $H = 2$, $D = 3,42$. Die Analyse ergab: As 58,50, S 32,12, Fe Spur, H_2O 0,93, Rückstand 8,06; Summe 99,61. Das Auripigment scheint erst aus dem Realgar hervorgegangen zu sein.

Ref.: K. Vrba.

47. A. Krejčí (in Prag): Weitere Bemerkungen über einige Piseker Mineralien (Sitzber. d. k. böhm. Gesell. d. Wiss. 1899, Nr. XLIV. Böhmisches).

Nördlich von dem bekannten Feldspathbruche »u obrázku«, der den grössten Theil Piseker Berylliumminerale geliefert hat, wurde ein Lager von grobkörnigem Urkalkstein aufgeschlossen, in dem weisser, stengeliger Tremolit und in der hornblendehaltigen Contactschicht grasgrüne und schwarzgrüne, bis 8 mm grosse {111}O von Pleonast gefunden wurden. Die von Schelle ausgeführte Analyse des Tremolits ergab: SiO_2 53,17, $(Al,Fe)_2O_3$ 3,02, CaO 25,07, MgO 19,34; Summe 100,57.

Bei Semic (SSO. von Pisek) fand Verf. im Urkalk Titanit und braungelben, stengeligen Egeran; an einigen Individuen konnten die Formen {100}∞P∞, {110}∞P, {210}∞P₂, {001}0P, {111}P, {331}3P nachgewiesen werden.

Monazit und Xenotim aus dem Feldspathbruche »u obrázku«, im Feldspath oder Beryll eingewachsen, wurden von Vrba (diese Zeitschr. 15, 203 und 205) beschrieben; Verf. fand beide Minerale mit Turmalin in einem ockergelben, aus Pyrit sich bildenden Eisenerz. Sowohl die Krystalle des Monazit als auch des Xenotim stimmen in ihrer Ausbildung vollkommen mit den von Vrba beschriebenen überein, am ersteren wurde aber eine, wie es scheint bisher nicht beobachtete Spaltbarkeit nach $e\{011\}P\infty$ wahrgenommen, während die Spaltbarkeit nach $a\{100\}\infty P\infty$ nicht constatirt werden konnte.

Im Steinbruche »u ptáčkovny« fand Verf. Apatit, Pyrrhosiderit, Beryll, dunkelgrünen Turmalin und Adular, letzteren in einfachen, 2—3 mm grossen Kryställchen: {110}∞P, {001}0P, {101}P∞.

An winzigen farblosen oder bräunlichen Titanitkryställchen aus Drusenräumen im Feldspath bestimmte Verf. folgende Formen: $s\{141\}4P4$, $l\{110\}\infty P$, $n\{123\}\frac{2}{3}P2$, $E\{352\} - \frac{5}{2}P3$, $J\{7.11.4\} - \frac{1}{4}P1$, $S\{3.21.10\}\frac{2}{10}P7$, $X\{3.7.10\}\frac{7}{10}P3$. Die Bestimmung der letzten vier Formen wurde aus nachfolgenden Neigungen abgeleitet:

	Berechnet:	Gemessen:
$X(3.7.10) : X(3.7.10) =$	$46^{\circ} 34\frac{1}{2}'$	$46^{\circ} 32'$
$S(3.21.10) : S(3.21.10)$	$104 \ 36\frac{2}{3}$	$104 \ 47\frac{2}{3}$
$: X(3.7.10)$	$29 \ 44\frac{5}{6}$	$28 \ 54$
$E(352) : E(352)$	$64 \ 42\frac{2}{3}$	$64 \ 41$
$: J(7.11.4)$	$4 \ 24\frac{1}{6}$	$2 \ 45\frac{1}{2}$
$: n(123)$	$79 \ 8\frac{1}{6}$	$78 \ 56$
$: S(3.21.10)$	$114 \ 4\frac{1}{2}$	$114 \ 34\frac{1}{3}$
$J(7.11.4) : J(7.11.4)$	$62 \ 52\frac{3}{4}$	$62 \ 54\frac{1}{2}$
$l(110) : J(7.11.4)$	$20 \ 37\frac{5}{6}$	$19 \ 24$
$: E(352)$	$22 \ 2$	$21 \ 39\frac{1}{2}$
$: X(3.7.10)$	$98 \ 27\frac{2}{3}$	$98 \ 28$
$s(141) : S(3.21.10)$	$20 \ 26\frac{2}{3}$	$20 \ 25\frac{1}{3}$
$: E(352)$	$43 \ 28\frac{2}{3}$	$44 \ 9$

Der Rechnung wurden die Elemente von Des Cloizeaux $0,4272 : 4 : 0,6575$; $\beta = 85^{\circ} 22'$ zu Grunde gelegt.

In einem kleinen Feldspathbruche unweit des Paseker Forsthauses vertritt Andalusit den sonst in der Gegend gewöhnlichen Beryll. In Hohlräumen des Feldspathes wurden kleine Jarositkryställchen, gleich jenen von Smrkovic (diese Zeitschr. 30, 653) beobachtet.

Ref.: K. Vrba.

48. J. Kovář (in Prag): Mittheilungen aus dem Laboratorium der čechoslawischen Handelsakademie in Prag (Zeitschr. f. chem. Industrie 1899. Böhmisch).

I. Ein pinitähnliches, dichtes, sehr weiches, im Bruche feinsplitteriges, an den Kanten durchscheinendes Mineral von Unter-Lhotka bei Kunstadt in Mähren bildet im Kalkstein eine Kluftausfüllung; $D = 2,65$. Die Analyse führt auf die Zahlen: SiO_2 48,56, Al_2O_3 31,72, Fe_2O_3 0,28, FeO 3,17, CaO 0,95, MgO 0,33, $(K,Na)_2O$ 6,25, H_2O 9,28; Summe 100,54. Das Mineral ist dem Hygrophilit Laspeyres' ähnlich, jedoch nicht aus Cordierit, sondern aus Feldspath hervorgegangen.

II. Opal von Rovečín bei Kunstadt kommt im Glimmerschiefer mit Hornstein vor und ist eisenhaltig; $D = 2,24$. SiO_2 83,30, Fe_2O_3 7,08, Al_2O_3 0,44, MgO 0,35, $(K,Na)_2O$ Spur, H_2O 9,17; Summe 100,34.

Ref.: K. Vrba.

49. Derselbe: Chemische Untersuchung einiger Mineralien von Viez bei Bitritz am Pernstein in Mähren (Chemische Blätter 1899. Böhmisch).

Im Urkalkstein fand Verf. kleine, etwa 1,5 mm grosse, gelbe Körnchen, deren Analyse Titanit ergab; $D = 3,48$. SiO_2 32,55, TiO_2 41,58, CaO 25,41, FeO 0,84; Summe 100,38.

Am selben Orte kommen in Klüften des Kalksteines zwei erdige Substanzen vor, eine weiss, halloysitähnlich (I.), die andere ockergelb, dem Melinit nahestehend (II.).

	I.	II.
SiO_2	45,72	46,30
Al_2O_3	38,80	26,42
Fe_2O_3	0,29	15,32
CuO	0,90	0,25
MgO	0,18	—
H_2O	14,36	12,08
	100,25	100,37

Demnach ist I. Kaolin, während II. etwa der Formel $H_4(Al,Fe)_2Si_2O_9$ entsprechen würde.

Ref.: K. Vrba.

50. F. Smyčka (in Ungarisch Ilradisch): **Bericht über das erste mährische Meteoreisen von Alt-Béla bei Mährisch-Ostrau** (Jahresber. d. Realgymnasiums in Mährisch-Ostrau 1899. Böhmisch).

Das gegenwärtig im Museum des Königreiches Böhmen in Prag befindliche, ursprünglich 3,9 kg schwere Eisen ist Jahrzehnte lang in einem Bauerngute aufbewahrt worden und dürfte nach des Verf.s Vermuthung Anfangs des 19. Jahrhunderts gefallen sein; es ist ein Oktaëdrit mit feinen Lamellen, $D = 7,525$. Die Analyse von M. Neff und A. Stocký ergab: Fe 85,34, Ni 12,89, Co 0,44, P 0,39, S 0,06, C 0,02, Rückstand 0,86; Summe 99,97.

Ref.: K. Vrba.

51. J. Uličný (in Trebitsch): **Neuer Fundort von Lepidolith in Mähren** (Jahresber. d. naturw. Clubs in Prosnitz 1898. Böhmisch).

Bei Ratkovic unweit Hrotovic (nördlich von Znaim) kommt im Schriftgranit pfirsichblüthrother Lepidolith, radialstengeliger rother Turmalin und gemeiner schwarzer Schörl vor; das Vorkommen ist analog jenem von Rožna.

Ref.: K. Vrba.

52. F. Dvorský (in Brünn): **Ueber die wichtigsten Mineralfundorte in Westmähren** (Annales Musei Francisci, Brünn 1899, mit einer Karte. Böhmisch).

Verf. giebt eine fast vollständige Topographie der Fundorte Westmährens (bis Brünn und Znaim), führt die an denselben vorkommenden Mineralien an und fügt Bemerkungen über den gegenwärtigen, leider meist ungünstigen Zustand der Fundstätten hinzu. Viele Angaben über Mineralienvorkommen in Urkalken, Serpentin und Pegmatiten sind neu.

Ref.: K. Vrba.

53. G. Moesz (in Brassó, Ungarn): **Krokoit von Tasmanien** (Math. és term. tud. Értesítő 1899, 17, 436—441).

Verf. untersuchte die Krokoitkrystalle aus Tasmanien (Adelaide mine on Mt. Dundas), welche durch die Untersuchungen von Ch. Palache¹⁾ bereits bekannt waren. Zu den von Palache nachgewiesenen Formen: $m\{110\}$, $f\{120\}$, $d\{210\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $k\{101\}$, $z\{011\}$, $w\{012\}$, $y\{021\}$, $t\{111\}$ und $r\{111\}$ können nach des Verf.s Untersuchungen die folgenden zugefügt werden: $a\{100\}$, $x\{301\}$ und $\vartheta\{331\}$, diese letztere aber gehört nach Verf. an diesen

1) Diese Zeitschr. 30, 393; auch 28, 220.

Krystallen nicht zu den ganz sicher bestimmten Formen. Wie es scheint, hatte Palache nicht die vom Verf. als Typus 2 bestimmten Krystalle in Händen gehabt, welche eben durch die grosse Entwicklung von $\{301\}$ ausgezeichnet sind. Beide Forscher gehen als neue Form ein schmales Prisma dritter Art an, und zwar Palache die Form $S\{40.3.0\}$, Moesz aber $J\{850\}$. Palache führt noch die nicht sicher gestellte Form $T\{530\}$ Dauber's auf mit der Bemerkung, dass diese beiden Prismen S und T wegen der Unvollkommenheit ihrer Flächen als zweifelhafte Formen zu betrachten sind. Die neue Form Moesz' $J\{850\}$, scheint ebenfalls als zweifelhaft betrachtet werden zu müssen, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

	Berechnet:	Beob. P. (umger.):	Beob. M. (Mittel):
$(100) : (530) =$	$29^0 21' 54''$	} $30^0 5'$	} $29^0 33' 0''$
$(100) : (850)$	$30 \ 22 \ 27$		
$(110) : (530)$	$43 \ 47 \ 45$	} —	} $42 \ 37 \ 20$
$(110) : (850)$	$42 \ 47 \ 9$		
$(210) : (530)$	$4 \ 44 \ 37$	} —	} $5 \ 26 \ 30$
$(210) : (850)$	$5 \ 45 \ 43$		

Ref.: A. Schmidt.

54. G. Moesz (in Brassó, Ungarn): **Daten zur krystallographischen Kenntniss des Liévrits von Grönland** (Math. és term. tud. Értésítő 1899, 17, 442—448).

Die untersuchten Krystalle stammen von Tunugdliarfik in Südgrönland aus dem Sodalithsyenit¹⁾. Die schön ausgebildeten Krystalle erreichen bis 4 cm Länge und kommen in Gesellschaft von Albit, grünen Granat $\{410\}$ und Hämatitschüppchen vor. Ihre Farbe ist immer schwarz, und manche Krystalle eignen sich ganz besonders gut zu goniometrischen Untersuchungen. Verf. hat an diesen Krystallen die folgenden Formen bestimmt: $b\{010\}$, $h\{210\}$, $M\{110\}$, $s\{120\}$, $t\{130\}$, $n\{012\}$, $e\{021\}$, $*g\{044\}$, $P\{101\}$, $w\{301\}$, $o\{111\}$, ferner die etwas unsicheren: $\{091\}$, $\{0.30.1\}$; diese zwei letzten Formen wie auch $\{044\}$ sind für den Liévril neu. Im Vergleich mit den von Lorenzen (l. c.) untersuchten Liévrilkrystallen fand Verf. die Form $\{010\}$ an allen untersuchten Krystallen und ist geneigt, das Lorenzen'sche steile Prisma erster Art $\{0.190.1\}$ eben als $\{010\}$ zu deuten; auch fand Verf. immer die Formen $\{041\}$ und $\{301\}$, welche von Lorenzen gar nicht erwähnt worden sind. Steile Bipyramiden kommen an diesen Liévrilkrystallen von Tunugdliarfik nicht vor, worin eben zusammen mit den oben angeführten der Unterschied zwischen diesen und den Krystallen von Kangerdluarsuk auffällig gemacht wird.

Verf. leitet aus seinen Messungen:

$$\begin{aligned} e : b &= (021) : (010) = 47^0 59' 54'' \\ P : P' &= (101) : (\bar{1}01) \quad 67 \ 40 \ 45 \end{aligned}$$

das folgende Axenverhältniss für seine gemessenen Krystalle her:

$$a : b : c = 0,67792 : 1 : 0,45023,$$

welches von den diesbezüglichen Zahlen von Lorenzen blos in der dritten Decimale abweicht. Die bestimmenden Winkelwerthe der aufgeführten neuen Formen sind wie folgt:

1) S. diese Zeitschr. 7, 609; 9, 243.

	Beobachtet:	Berechnet:
$b : g = (010) : (041)$	$= 28^{\circ} 55'$	$29^{\circ} 2' 32''$
$c : g = (021) : (041)$	19 2	18 57 22
$g : g' = (041) : (0\bar{4}1)$	121 59	121 54 56
$(010) : (091)$	14 7 appr.	13 51 46
$(021) : (0.30.1)$	44 46	43 45 51
$(041) : (0.30.1)$	24 50	24 48 29

Auch Verf. fand, wie Lorenzen, dass die Winkel selbst an ausgezeichnet reflectirenden Krystallen etwas schwanken.

Ref.: A. Schmidt.

55. G. Melezer (in Budapest): **Calcit mit Fortwachsungen aus dem Ofner Gebirge** (Földtani Közlöny 1899, 29, 160—164 ung., 217—222 deutsch).

Verf. stellt die aus der Literatur bekannt gewordenen Fälle von parallelen Fortwachsungen der Calcitkrystalle von verschiedenem Habitus zusammen und beschreibt zwei Fälle solcher Fortwachsungen aus Ungarn.

Der Fundort des einen ist der Kalksteinbruch in der Nähe von Mária-Remete (in der Umgebung von Budapest), wo in dem dichten Dachsteinkalk die kleinen, 1 bis 2 mm langen Kalkspathkrystalle $\{20\bar{1}\} = \{21\bar{3}1\}$, hie und da noch mit $\{11\bar{1}\} = \{02\bar{2}1\}$ und $\{2\bar{2}1\} = \{04\bar{1}1\}$, auf ihren Spitzen ebenfalls skalenoëdrisch ausgebildete, aber formenreichere Krystalle mit den bestimmbareren Formen: $\{20\bar{1}\} = \{21\bar{3}1\}$, $\{100\} = \{10\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}1\} = \{40\bar{4}1\}$, $\{11\bar{1}\} = \{02\bar{2}1\}$, $\{37.17.17\} = \{18.0.18.1\}$, ? $\{25.14.14\} = \{12.0.12.1\}$, $\{110\} = \{01\bar{1}2\}$, $\{21.21.27\} = \{0.16.16.3\}$ und $\{13.13.23\} = \{0.12.12.1\}$ tragen. Hier und da fand er dort auch Zwillinge nach $\{110\} = \{01\bar{1}2\}$.

Der andere Fundort ist ein Kalksteinbruch des Mathiasberges bei Budapest, wo die ebenfalls als $\{20\bar{1}\} = \{21\bar{3}1\}$ entwickelten älteren Krystalle an ihren Spitzen die mehr rhomboëdrisch ausgebildeten kleinen Krystalle mit den Formen: $\{2\bar{2}1\} = \{04\bar{1}1\}$, $\{201\} = \{2131\}$, $\{2\bar{1}1\} = \{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{1}\} = \{02\bar{2}1\}$ und $\{22\bar{3}\} = \{05\bar{5}1\}$ tragen.

Ref.: A. Schmidt.

56. J. Szádeczky (in Kolozsvár): **Vom Vorkommen des Korunds in Ungarn** (Ebenda 29, 240—252 ung., 296—309 deutsch).

Bisher waren in Ungarn zwei Fälle bekannt, wo in den Andesiten korundhaltige Gesteinseinschlüsse beobachtet wurden, und zwar in den Andesiten von Déva (Schlossberg), Com. Hunyad, und Szob (Ság-Berg), Com. Hont. Verf. fügt fünf weitere Fälle hinzu, nämlich in den Amphibolandesiten von Szárazpatak bei Sztolna (Com. Kolozs), Gyalu (Com. Kolozs), Steinbruch Petrősz bei Déva (Com. Hunyad), Nagygág (Com. Hunyad), schliesslich in einem Basaltrollstücke des Csontos-árok bei Ajnácskö (Com. Gömör és Kis-Hont). Während die angeführten Korunde recht winzige Krystalle darstellen, wurde in dem letzt erwähnten Falle von Ajnácskö eine 7 mm lange und 4,5—2 mm dicke, graulichblaue Korundlamelle ganz frei, ohne eine spinell- und glimmerhaltige Hülle, im einschliessenden Basalt sitzend gefunden. Nach den Untersuchungen von J. Morozewicz und A. Lagorio nimmt Verf. an, dass in den hier beschriebenen Fällen der Korund und seine Begleitmineralien derart gebildet worden sind, dass aluminiumoxydreiche Verbindungen in hoher Temperatur in dem eruptiven Magma gelöst wurden und bei der Abkühlung der Korund und seine Begleiter auskrystallisirten.

Ref.: A. Schmidt.

57. E. Döll (in Wien): **Das Gold von Bösing** (Verhandl. Ver. f. Natur- u. Heilk. zu Pressburg, Jahrg. 1897—1898, 19. Pressburg, 1899. Abh. p. 43).

An einer kleinen Stufe des Bösinger Goldvorkommens (Com. Pozsony) ist das dunkelgelbe Gold in kleinen Blättchen auf Quarzklüften ausgeschieden und von Limonit begleitet. Auch der milchweisse, aus abwechselnden trüben und mehr transparenten Lagen bestehende Quarz enthält solches Gold. Verf. ist der Meinung, dass hier das Gold in situ aus einem »pyritreichen Minerale entstand, welches einerseits das Gold mit Limonit, andererseits den Quarz lieferte«. Diese seine Ueberzeugung findet er durch die auf der goldführenden Quarzkluft zu beobachtenden rundlichen Hohlräume bestärkt, welche letztere als pseudomorphe Bildungen charakteristisch sind.

Ref.: A. Schmidt.

58. L. Schmidt (in Rónaszék): **Daten über die alten Goldwäschereien in der Máramaros** (Bány. és koh. Lapok, 1899, 32, 277—279).

Der Anfang des Goldwaschens in der Máramaros lässt sich mit Sicherheit nicht eruiren, aber allgemein wurde in Ungarn die Betriebsnahme der Goldwäschereien zur Zeit des Königs Karl VI. in den Jahren 1712 und 1724 verordnet. Entlang der Theiss beschäftigten sich in den Jahren 1727 und 1728 einige Leute, wahrscheinlich von Bocskó d. h. Lonka angefangen, mit Goldwaschen, im Jahre 1730 wurde sogar durch bloss zwei Leute 977,8 g Waschgold gewonnen, so dass seither die dortigen Goldwäschereien der Gegenstand einer besonderen Beachtung waren. Im Jahre 1776 werden zuerst die zum Zwecke des Goldwaschens aus Siebenbürgen eingewanderten Zigeuner erwähnt, welche letztere dann das Goldwaschen in Visó, Lonka, Körvélyes, Szarvaszó, Hosszúmezö und Tisza-Ujlak fast bis Ende der vierziger Jahre im 19. Jahrhundert betrieben haben, so dass das Gesamtgewicht des in den Máramaroser Goldwäschereien gewonnenen Goldes mit wenigstens 45,5 kg anzugeben ist. Als in der Umgegend von Lonka ein Waschgoldstück mit 5,2 g Gewicht gefunden worden war, wurden in den Jahren 1812, 1829, 1836 und 1842 die Goldwäschereien näher untersucht und konnte constatirt werden, dass das in den Sand- und Schotter-Ablagerungen der Theiss befindliche Waschgold bei Lonka, in's Röthliche spielend gelb gefärbt, in Gesellschaft von krystallinischen Schiefen vorkommt. Es ist daher wahrscheinlich, dass das Muttergestein des Goldes im krystallinischen Schiefergebirge bei Lonka zu suchen sei.

Ref.: A. Schmidt.

59. L. Mrazek (in Bukarest): **Riebeckit- und Aegiringranit von Rumänien** (Bull. d. l. soc. d. sc. Bucarest 1899, 8, 106—111).

Die Berge Jacov-deal und Muntele Roşu bei Turcoaia (Dobrogea) bestehen aus einem Granit, welcher Orthoklas, Natronmikroklin, Albit, Quarz, Aegirin, Riebeckit, Zirkon, Magnetit (zuweilen in Oktaedern) und Orthit (? selten) enthält. Der Riebeckit, häufig chloritisirt und reich an Einschlüssen, findet sich in bis 2 cm langen Prismen, sowie in kleinen Nadeln mit den Formen: {110}, {010}, {001}, {111}; die Analyse ergab: 45,69 SiO_2 (durch Differenz), 7,01 Al_2O_3 und ZrO_2 , 14,33 Fe_2O_3 , 17,62 FeO , 3,24 MnO , 4,28 CaO , 1,77 MgO , 4,62 Na_2O , 0,99 K_2O , 0,45 Glühverlust.

Ref.: P. Groth.

Autorenregister.

	Seite
G. d'Achiardi, optische Untersuchungen über Quarzkrystalle ohne Circular-	
polarisation	303
— Untersuchungen über toscanische Opale. Mit einer Textfigur	305
— Phosphorescenz einiger Dolomite der Insel Elba	308
— Mineralien von Carrara	308
J. Antipoff, eine neue Analyse des Bucklandits	699
F. Artini, über den Leadhillit von Sardinien	294
L. W. Bailey, der Mineralreichthum der Provinz New-Brunswick	241
W. Barlow, die Symmetrie der Krystalle. Die wirkliche Grundlage der 32	
Symmetrieklassen. Mit 40 Textfiguren	4
J. Beckenkamp, zur Symmetrie der Krystalle. 40. Mittheilung. Mit 23 Text-	
figuren	569
45. Tridymit, Christobalit und Quarz	569
46. Hemimorphie von Quarz, Tridymit und Calcit	589
47. Ueber das Wesen der molekularen Richtkraft der Krystalle	596
48. Ueber die Structur von Steinsalz, Sylvin und Flusspath	605
G. P. Bidder, über Skelett und Klassification der Kalkspongien	432
A. Blue, Korund in Ontario	242
O. B. Bøggild s. G. Flink.	
G. Boeris, Krystallform einiger organischer Verbindungen	285
— neue Beobachtungen über die Mineralien der Comba di Compare	
Robert bei Avigliana, Piemont	288
— über den Tridymit von San Pietro Montagnon in den Euganeen. Mit	
7 Textfiguren	294
— über eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit der Krystallform einiger or-	
ganischer Verbindungen	298
L. Bombicci, die interessanten Anomalien (Dissymmetrien und Verschiebungen)	
der wunderbaren Schwefelkrystalle von der Grube Cà-Bernardi. Ver-	
gleichungen mit den Anomalien und helicoidalen Distorsionen der Quarz-	
krystalle von Poretta. Die Tschermak'sche Hypothese über die	
Krümmung der parabolischen Quarzplatten. Einwürfe gegen diese Hy-	
pothese. Erklärung des Verfassers für die erwähnte Krümmung	290
— neue Beobachtungen über die Wahrscheinlichkeit, dass einige Ano-	
malien der Krystallformen eine Folge dauernder Bewegungen in natür-	
lichen krystallogenetischen Räumen sind	294
— über Cubosilit	292
T. G. Bonney, über Verwitterung, Serpentinisirung u. s. w.	224
— das Muttergestein des Diamanten in Südafrika	433
T. B. Brace, über achromatische Polarisation und differentiale Doppel-	
brechung	434
A. Brocca s. Ph. Pellin.	
A. Brun, über die optischen Eigenschaften einiger Substanzen	630
H. Buttgenbach, über eine neue Form des Calamins (Berichtigung). . . .	638
— schiefe Projection einfacher sowie verzwilligter Krystalle	638

G. Césaro, Sind die Linear- und Winkelparameter in der schiefen Projection willkürlich? Einfache und von der Lage der Zeichnungsebene zum Axenkreuz unabhängige Methode zum Zeichnen der Zwillingsskrystalle in schiefer Projection	639
— über die krystallinische Structur der Kalkschale der Belemniten, der Seeigel und des Stieles einer Seelilie aus der Kreide von Glons	639
D. L. Chapman, allotropische Modificationen des Phosphors	446
F. W. Clarke, Zusammensetzung des Turmalins	496
— s. a. W. F. Hillebrand.	
— und N. H. Darton, über einen Hydroglimmer von New-Jersey	401
— und G. Steiger, Untersuchungen über die Constitution von Pektolith, Pyrophyllit, Calamin und Analcim	105
C. T. Clough und W. Pollard, Spinell und Forsterit im Kalk zu Glenelg (Invernesshire), Schottland	223
F. Clowes, Ausscheidung von Baryt als Cementmaterial in Sandstein	433
A. P. Coleman, korundführender Nephelin-Syenit	242
E. Cumenge, über ein neues Mineral, Diestit	620
— s. a. C. Friedel.	
J. Currie, Notiz über die Feldspäthe von Canisp	437
G. d'Achiardi s. Achiardi.	
G. Dal Piaz s. Piaz.	
R. A. Daly, über die optischen Verhältnisse der verticalen Zone der Amphibole und Pyroxene, und über eine neue Methode zur Bestimmung der Auslöschungswinkel dieser Mineralien mittels Spaltungsstücke	206
— eine vergleichende Untersuchung von Aetzfiguren; die Amphibole und Pyroxene	207
— über eine neue Varietät von Hornblende	208
N. H. Darton s. F. W. Clarke.	
O. A. Derby, über die Association von Thongesteinen mit Quarzgängen in der Gegend von Diamantina, Brasilien	404
P. Destinez, über einen Quarzkrystall aus der unteren Steinkohlenformation (H_{1a}) von Souvré (Vise)	638
A. Dieseldorff, über jodhaltige Kupfererze aus Neu-Süd-Wales	213
E. Döll, das Gold von Bösing	740
L. Duparc und F. Pearce, Notiz über die Zusammensetzung der concentrischen Wachsthumzonen gewisser Plagioklase	636
P. Duplitzky, über die Krystallform der Dextrokamphersäure-Acetonverbindung $2C_{10}H_{16}O_4 \cdot (CH_3)_2CO$. Mit 4 Textfigur	704
F. Dvorský, über die wichtigsten Mineralfundorte in Westmähren	707
J. A. Ewing und W. Rosenhain, mikrometallurgische Untersuchungen. 1. Spannungswirkungen	433
— 1. Fantappiè, neue Mineralvorkommen des Ciminischen Gebietes	309
F. von Fedorow, Beiträge zur zonalen Krystallographie. 4. Zonale Symbole und richtige Aufstellung der Krystalle. Mit 3 Textfiguren.	433
— und W. Nikitin, die Mineralien des Bogoslow'schen Bergreviers	697
A. A. Ferro, Analyse des Sphärokobaltit von Libiola bei Casarza (Ligurien) . .	302
L. Fletcher, über den Cliftonit und Taenit aus dem 4884 im Subdistrict von Youndegin im westlichen Australien gefundenen Meteoriten	90
G. Flink, O. B. Bøggild und Chr. Winther, Untersuchungen über die Mineralien von Julianehaab, gesammelt von G. Flink 1897. Mit einleitenden Bemerkungen von N. V. Ussing. Hierzu Taf. IX und 5 Textfiguren	639
C. Friedel, Analyse eines künstlichen Aluminium-Natriumsilicates	344
— und E. Cumenge, über ein neues Uranmineral	345
G. Friedel, neue Versuche über die Zeolithe	343
— über ein neues Alumosilicat	344
D. Gernez, Untersuchung der Dämpfe, welche die beiden Modificationen des Quecksilberjodids aussenden	342
J. W. Gifford, Veränderung der Brechungsexponenten mit der Temperatur bei Quarz und Calcit	435
J. E. Gignoux, Krystallformen einiger organischer Verbindungen	203
H. Goguel, Krystallform des Kaliumplatooxalonitrit	629

	Seite
F. Gonnard, über Quarz von Bourg d'Oisans	279
— über eine Gruppe von Quarzkrystallen von Striegau	346
— krystallographische Studien an den Quarzen aus den Geoden der Oxfordmergel von Meylan (Isère)	346
P. L. Gray s. J. H. Poynting.	
G. L. Griesbach, Topaskrystalle aus Birma	212
A. L. Hall s. W. J. Lewis.	
S. H. Hamilton, Monazit von Delaware County, Pennsylvanien.	206
G. Harker, über die Zusammensetzung von Labradorit und Topas aus Neu-Süd-Wales nebst Bemerkungen über die Methoden für die Bestimmung des Fluors	213
E. G. J. Hartley, über die Zusammensetzung der natürlichen Arseniate und Phosphate. (Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium zu Oxford.)	
III. Theil: Plumbogummit und Hitchcockit	413
IV. Theil: Beudantit	423
A. W. Harvey s. W. J. Pope.	
A. Hennig, Apophyllit von Sulitelma	691
A. S. Herschel, Triboluminescenz	432
W. E. Hidden s. J. W. Judd.	
A. J. Higgin, Notizen über den Melonit (Tellurnickel) von Worturpa, Süd-Australien	214
B. V. Hill, über zufällige Doppelbrechung in Flüssigkeiten	434
W. F. Hillebrand, mineralogische Notizen. Analysen von Tysonit, Bastnäsit, Prosopit, Jeffersonit, Covellit, Enargit	93
— mineralogische Notizen: Melonit (?), Coloradoit, Petzit und Hessit	109
— H. W. Turner und F. W. Clarke, über Roscoelith	102
W. H. Hobbs, der Diamantdistrict der grossen Seen	144
G. C. Hoffmann, über das Vorkommen von Polykras in Canada	99
— über canadische Mineralien	209
— mineralogische Notizen	211
T. H. Holland, Mineralien des bengalischen Glimmergebietes.	212
— Beiträge zur Discussion über Gesteinsverwitterung und Serpentinisirung	224
E. O. Hovey, Notiz über eine Calcitgruppe von Bisbee, Arizona	210
R. W. H. T. Hudson, über die Bestimmung der Positionen von Punkten und Ebenen nach einer Drehung um einen bestimmten Winkel und um eine bekannte Axe. Mit einer Textfigur	339
A. Hutchinson, über Stokesit, ein neues Zinnmineral von Cornwall. Mit einer Textfigur	343
C. Iwasaki, über die Orthoklaskrystalle von Shinano, Japan	104
L. Jatschewsky, Festigkeitsuntersuchungen des Nephrits	700
— ged. Kupfer als färbendes Pigment	700
Kotora Jimbō, Notizen über die Mineralien von Japan	215
J. W. Judd und W. E. Hidden, über eine neue Art des Vorkommens von Rubin in Nord-Carolina; nebst krystallographischen Notizen von J. H. Pratt	88
F. P. King, Krystallform des Tetramethylammoniumcadmiumchlorid	203
G. Klement, über uralitisirten Diallag aus den Ardennen	637
G. A. Koenig, über Mohawkit, Stibiomeykit, Domeykit, Algodonit und einige künstliche Kupferarsenide	67
J. Koenigsberger, Bestimmung von Feldspath im Biotitprotogin nach der Methode von Fedorow. Hierzu Taf. V, Fig. 4—3, Taf. VI und 3 Textfiguren	261
Kotora Jimbō, Notizen über die Mineralien von Japan.	215
J. Kovář, chemische Untersuchung einiger Minerale aus der Gegend von Polička	704
— Mittheilungen aus dem Laboratorium der čechoslawischen Handelsakademie in Prag	706
— chemische Untersuchung einiger Mineralien von Vicz bei Bistritz am Pernstein in Mähren	706
E. H. Kraus, über einige Salze der seltenen Erden. Mit 27 Textfiguren	397
— und G. Mez, über topische Axenverhältnisse. Mit 2 Textfiguren	389

	Seite
E. H. Kraus und J. Reitinger, Hussakit, ein neues Mineral, und dessen Beziehung zum Xenotim. Mit einer Textfigur	268
D. A. Kreider, eine Methode zur Entdeckung und Trennung von rechts- und linksdrehenden Krystallen, nebst einigen Bemerkungen über Wachstum und Eigenschaften der Krystalle von chloresaurem Natrium	403
A. Krejci, weitere Bemerkungen über einige Piseker Mineralien	705
O. Kuntze, über das Vorkommen von Quenstedt in der Nähe von Montpellier, Jowa	204
N. Kurnakoff s. S. Schemtschuschnij.	
A. Lapworth, Derivate der <i>α</i> -Dibromkamphersulfonsäure	445
F. Lebeau, Untersuchungen über das Beryllium und seine Verbindungen	629
J. Macé de Lépinay s. Macé.	
W. J. Lewis, über Grassmann's Methode der Axendarstellung und ihre Anwendung auf die Lösung gewisser kristallographischer Probleme. Mit 2 Textfiguren	330
— Krystallform des Brommethyلفurfuraldehyds. Mit einer Textfigur	444
— und A. L. Hall, über einige bemerkenswerthe Combinationen am Kupferkies aus Cornwall. Mit 9 Textfiguren	324
G. Lippmann, Einstellungsmethode des Collimators	632
J. Loczka, chemische Analyse eines Tetraédrits vom Berge Botes in Ungarn . . .	84
J. Macé de Lépinay, über die Form der ordentlichen Wellenfläche im Quarz .	280
J. M. MacLaren, Vorkommen von Gold im Coromandelgebiete, Neu-Seeland . . .	214
W. A. Macleod und O. E. White, Vorkommen einer neuen Varietät von Granat zu Port Cygnet	214
C. A. Macmahon, über das Vorkommen von Allanit zu Lairg (Sutherlandshire, Schottland)	224
F. R. Mallet, über Langbeinit aus der Punjab Salt Range	88
E. Manasse, über eine neue Varietät des Albaner Turmalin	304
— chemische Analyse des Limonit vom Monte Valerio	309
H. Marshall, Bemerkungen über kristallographisch mögliche Symmetrieachsen. Mit einer Textfigur	436
G. Melczer, Calcit mit Fortwachsungen aus dem Ofener Gebirge	709
G. P. Merrill, eine Discussion über den Gebrauch der Namen: Gesteinsverwitterung, Serpentinisierung und Hydrometamorphismus	224
G. Mez s. E. H. Kraus.	
L. Michel, über einen wismuthhaltigen Molybdänit	316
C. S. Middlemiss, Turmalin aus Karenni, Birma	213
H. A. Miers, Bemerkung über die von Hartley analysirten Mineralien Hitchcockit, Plumbogummit und Beudantit	428
W. G. Miller, Notizen über korundhaltige Gesteine von Ost-Ontario	202
— über Korund und andere Mineralien im südlichen Ontario	212
W. W. Miller, Analyse von Smithsonit aus Arkansas	202
F. Millosevich, Cölestin aus Strongoli (Calabrien)	283
E. A. Minchin, über Ursprung und Wachstum der triradialen und quadriradialen Nadeln in der Familie der Clathrinideen	433
— lebende Krystalle	435
J. C. Moberg, über einige Calcitkrystalle von Nordmarken	694
G. Moesz, Krokoit von Tasmanien	707
— Daten zur kristallographischen Kenntniss des Liévrits von Grönland .	708
L. Mrazek, Riebeckit- und Aegiringeranit von Rumänien	710
W. Nikitin s. E. v. Fedorow.	
A. E. Nordenskjöld, Mikrolith von Skogböle	692
A. Offret und H. Vittenet, über drei krystallisirte Formen des m-Dinitro-diphenylcarbamid	627
G. Ongaro, Analyse eines Zeoliths	310
N. Orloff, neuer Fundort des Berylls in der Nähe der mongolischen Grenze und der Staritzna Narassun	699
Ch. Palache, Notiz über Epidot und Granat von Idaho	440
— über einige Telluride von Colorado. Hierzu Taf. VIII, Fig. 4—6	539
J. Parkinson, der Glaukophan-Gabbro von Pegli in Nord-Italien	224
H. P. Patton, Turmalin und Turmalinschiefer von Belcher Hill, Colorado . . .	205
S. J. Peachey s. W. J. Pope.	

	Seite
F. Pearce s. L. Duparc.	
Ph. Pellin und A. Brocca, Spectroskop mit fester Ablenkung.	630
F. Perrot, über Thermoëlectricität bei Krystallen	632
W. F. Petterd s. W. H. Twelvetrees.	
A. H. Phillips, mineralogische Structur und chemische Zusammensetzung des Diabas von Rocky Hill, New Jersey	108
G. Dal Piaz, über Analcim und andere Mineralien von Pendisetta in den Euganeen	344
G. Piolti, über das Vorkommen des Jadeit im Susathale	287
W. Pollard s. C. F. Clough.	
W. J. Pope, Triboluminescenz	432
— Krystallform des Jodoforms. Mit einer Textfigur	437
— Krystallform einiger Camphersäurederivate	438
— Krystallform der Salze der Methantrisulfonsäure	444
— Eine Methode für das Studium der Polymorphie, und über die Polymorphie als Ursache einiger thermischer Eigenthümlichkeiten des Chloralhydrats. Mit 2 Textfiguren	442
— Krystallform des Dimethyldihydroresorcinol	447
— Zerlegung von racemischem Campherol. Mit 2 Textfiguren	447
— und A. W. Harvey, Homogenität des Dextrocamphersulfonsäure-Dextro-Lävo- α -Phenäthylamin	620
— und S. J. Peachey, asymmetrische optisch-active Stickstoffverbindungen. Dextro- und Laevo- α -benzylphenylallylmethylammonium-Jodid und Bromid	448
— und S. J. Peachey, über die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch activer Säuren. — Tetrahydrochinaldin und dessen Derivate. Mit 6 Textfiguren	612
— und E. M. Rich, über die Trennung äusserlich compensirter Basen mittelst optisch activer Säuren. — Tetrahydroparatoluchinaldin und dessen Derivate. Mit 6 Textfiguren	616
J. H. Poynting, die Erzeugung eines Halbschattenfeldes in einem Polarimeter durch zwei schief gestellte Glasplatten	435
— und P. L. Gray, ein Versuch, eine richtende Wirkung eines Quarzkrystalles auf einen zweiten nachzuweisen	434
J. H. Pratt, über das Vorkommen, die Entstehungsart und die chemische Zusammensetzung des Chromits	99
— über die Ausscheidung von Thonerde aus geschmolzenen Magmen und die Bildung von Korund	404
— s. a. J. W. Judd.	
G. T. Prior und L. J. Spencer, über die Identität von Binnit und Tennantit, sowie über die chemische Zusammensetzung von Fahlerz	90
J. Reitinger s. E. H. Kraus.	
E. M. Rich s. W. J. Pope.	
C. Rimatori, über die Chabasite von Sardinien	286
A. F. Rogers, Cupro-Goslarit, eine neue Varietät des schwefelsauren Zinks	206
— Normal-Ankerit von Phelps County, Missouri	206
W. Rosenhain s. J. A. Ewing.	
A. Sachs, krystallographisch-optische Studien an synthetisch dargestellten Verbindungen. Mit 43 Textfiguren	458
J. Samojloff, zur Frage über die Lagerungsverhältnisse und die Paragenesis der Eisenerze Central-Russlands	704
— Turjit und die ihn begleitenden Mineralien aus der Uspenskischen Grube, Südrural	704
G. W. Sargent, die quantitative Bestimmung der Borsäure im Turmalin	205
E. Scacchi, neue Beobachtungen über Haueritkrystalle von Sicilien	294
S. Schemtschuschnij und N. Kurnakoff, Uebergang des Mirabilits in Thenardit	700
J. Schincaglia, Untersuchungen über Fluorescenz in festen Körpern	344
— über Fluorescenz in doppeltbrechenden Krystallen	344
L. Schmidt, Daten über die alten Goldwäschereien in der Máramaros	710

	Seite
J. Sioma, eine Analyse des weissen Mikroklin's vom Ilmengebirge	278
— über das Vorkommen des Schefferits (Eisenschefferit) am Kaukasus	279
Hj. Sjögren, chemische Untersuchung einiger Mineralien von Klein-Arö im Langesundfjord	693
F. Smyčka, Bericht über das erste mährische Meteorereisen von Alt-Bělá bei Mährisch-Ostrau	707
W. J. Sollas, über die Ursprung des Flintes	436
Ch. Soret, über die Bildung rechter und linker Krystalle optisch activer Substanzen	630
L. J. Spencer s. G. T. Prior.	
G. Spezia, über eine Ablagerung von Quarz und gelatinöser Kieselsäure im Simplontunnel	289
G. Steiger, die Löslichkeit einiger Silicate in Wasser	204
— a. S. F. W. Clarke.	
F. J. Stephens, neue Vorkommen von Gold in West-Cornwall	436
F. Stöber, über eine Methode zur Zeichnung der Krystalle. Mit 43 Textfiguren	621
H. N. Stokes, Analysen von Biotit und Hornblende	141
E. D. Stratanowitsch, Bestimmung der Plagioklase nach der neuesten Methode von Fedorow. Hierzu Taf. X und 4 Textfigur	694
G. Strüver, die Mineralagerstätten von Saulera und Rocca Nera alla Mussa im Ala-Thale in Piemont	284
P. von Suschtschinsky, über den Cölestin aus dem Cementstein-Bergwerk bei Tegersee in Bayern. Hierzu Taf. VIII, Fig. 12—18	563
E. Svedmark, über die Gruben von Skrickerum	693
J. Szádeczky, vom Vorkommen des Korunds in Ungarn	709
J. A. Taff, ein albertitartiger Asphalt von der Choctaw Nation, Indian Territory	104
P. Termier, über die chemische Zusammensetzung und die optischen Eigenschaften des Leverrierit	620
M. W. Travers, Ursprung der durch Erhitzen von Mineralien und Meteoriten entwickelten Gase	432
H. W. Turner, Analysen einiger gesteinsbildender Biotite und Amphibole aus Californien	100
— s. a. W. F. Hillebrand.	
W. H. Twelvetrees und W. F. Petterd, Vorkommen von Limurit in Tasmanien	214
J. Uličný, neuer Fundort von Lepidolith in Mähren	707
N. V. Ussing s. G. Flink.	
W. Vernadsky, zur Theorie der Silicate	37
— über die Krystallform des Dibenzolsulfonbenzylamid. Mit 4 Textfigur	704
C. Viola, über das Glaukisiren verschiedener Feldspäthe. Hierzu Taf. III.	171
— über die Form der ordinären Lichtwellenfläche beim Quarz	281
— zur Begründung der Krystallsymmetrien. Mit 40 Textfiguren	353
H. Vittenet s. A. Offret.	
C. W. Volney, über die Zusammensetzung von Barytocölestin	204
T. L. Walker, die Krystallsymmetrie der Mineralien der Glimmergruppe	98
F. Wallerant, Verbesserung am Refractometer für mikroskopische Krystalle	627
— über die Ursache der Symmetrie und des Polymorphismus	633
— über die angehärteten Symmetrieelemente und die Meroëdrie	636
P. Weiss, über die Magnetisirung des Magnetkieses nach einer Ebene	631
Z. Weyberg, Studien über relative Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen	531
J. C. White, Entstehung des Grahamits	205
O. E. White s. a. W. A. Macleod.	
A. Wichmann, über den Uralit der Ardennen	637
N. H. Winchell, Thalit und Bowlingit vom Nordufer des Lake Superior.	112
— Chlorastrolith und Zonochlorit von Isle Royal	112
— optische Eigenschaften des Jacksonits	202
— Adular und andere secundäre Mineralien aus kupferhaltigen Gesteinen.	202
Chr. Winther s. G. Flink.	
G. Wulff, zur Frage der Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen. Hierzu Taf. VII und 13 Textfiguren.	449

	Seite
G. Wyrouboff, Krystallform des Trichlorbarbalein	629
F. Zambonini, mineralogische Mittheilungen.	
1. Ueber Müllerit, Melit und Schröterit. Hierzu Taf. IV, Fig. 4 und 2.	225
2. Olivin von Latium. Hierzu Taf. IV, Fig. 3 und 4	227
3. Chemische Zusammensetzung des Forsterit der Albaner Gebirge .	228
4. Analyse des Dioptas der Kirghisen-Steppe	229
5. Manganit von Ilefeld. Hierzu Taf. IV, Fig. 5 und 6	229
6. Ueber den gelben Epidot vom Colle del Paschietto (Alathal). Hierzu Taf. IV, Fig. 7	235
7. Brochantit von Utah. Hierzu Taf. IV, Fig. 8	238
8. Diopsid vom Alathale	239
9. Winkelmessungen an Sanidinkrystallen. Hierzu Taf. IV, Fig. 9 bis 14, Taf. V, Fig. 15 und 16.	243
10. Anhang zu meiner Abhandlung »Ueber den Pyroxen Latiums«. Hierzu Taf. V, Fig. 17—20.	259
11. Natrolith vom Langesundfjord. Hierzu Taf. VIII, Fig. 7—10 . . .	549
12. Pyrosmalith aus der Bjelke-Grube (Nordmarken)	554
13. Apophyllit von der Seiser Alp. Hierzu Taf. VIII, Fig. 14	564
P. Zemjatschensky, zur Mineralogie des Kaukasus	702
W. Zernoff, über die Krystallform der Bromhexahydroorthotoluylsäure. Mit 4 Textfigur	703
K. Zimányi, über den Tetraëdrit vom Botes-Berge. Hierzu Taf. I und II. . .	78
V. Zunino, Entwässerung des Selenit und Wasseraufnahme des Anhydrit . . .	303

Sachregister.

A.

- Adamin v. Japan 218.
 Adular v. Isle Royal 202.
 — v. Pisek, Habitus 705.
 Aegirin v. Narsarsuk, Krystallf., Vork., opt. 656.
 Agalmatolith v. Japan 221.
 Alaune, Wachsthumsgeschwindigk. 534.
 Alaunstein v. Japan 218.
 Albit, Löslichkeit in Wasser 205.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Japan 222.
 — v. Klein-Arö, Anal. 693.
 — v. Uspensk 702.
 Algodonit v. d. Keweenaw-Halbinsel, Vork., Anal. 76.
 Allanit s. Orthit.
 Almandin s. Granat.
 Aluminium-Natriumsilicat, künstl., Anal. 344.
 Alumosilicat, neues, künstl. 344.
 Alunit s. Alaunstein.
 Amazonenstein v. Bengalen 212.
 Amethyst v. New Brunswick 242.
 Analcim, Löslichkeit in Wasser 205.
 — aus d. Euganeen 344.
 — v. Japan, Habitus 223.
 — v. Narsarsuk, Vork. 666.
 — v. Nova Scotia, Anal., Unters. üb. d. Constitution 407.
 Ancyrit v. Narsarsuk, Habitus, Anal., opt. 649.
 Andalusit v. Japan 219.
 — v. Pisek 706.
 Andesin v. Japan, Krystallf. 222.
 Anglesit v. Japan, Habitus 218.
 Anhydrit, künstl. 303.
 Ankerit v. Missouri, Vork., Anal. 206.
 — v. Simplontunnel, Krystallf. 289.
 Anomalien der Krystallformen, Ursache derselben 294.
 Anorthit v. Japan, Krystallf. 223.
 Antimonglanz v. Bogoslowsk 698.
 — v. Brit.-Columbia 240.
 — v. Japan 245.
 Antimonobioxalsaures Natrium 469.
 Apatit v. Ala-Thal, Krystallf. 284, 285.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Japan 248.
 — v. Narsarsuk, Vork., Habitus, Anal. 684.
 — v. Piemont, Krystallf. 289.
 Apophyllit v. Japan, Habitus 223.
 — v. d. Seisser Alpe, Habitus 564.
 — v. Sulitelma, Habit., physik.-opt. Eigensch., Anal. 691.
 Aragonit, Fluorescenz 342.
 — v. Japan 247.
 Arfvedsonit v. Narsarsuk, Habitus, opt., Vork. 659.
 Argentit s. Silberglanz.
 Arsen v. Bogoslowsk 698.
 — v. Brit.-Columbia, Vork. 240.
 Arsenkies v. Japan, Habitus 245, 246.
 — v. Mähren 705.
 Augit, Aetzfiguren 207.
 —, opt. Verhältn. d. vertical. Zone u. Methode z. Bestimm. d. Auslöschungswinkel vermitt. Spaltungsstücke 206.
 — v. Japan, Habitus 224.
 — v. Latium, Krystallf. 259.
 — i. Diabas v. Rocky Hill, New Jersey, Anal. 408.
 Auripigment v. Carrara 309.
 — v. Mähren 705.
 Auslöschungswinkel, Methode z. Bestimm. ders. v. Hornblende u. Augit vermitt. Spaltungsstücke 206.
 Automit s. Gahnit.
 Axinit v. Japan, Krystallf., Anal. 220.
 — in Tasmanien 244.
 Axenverhältnisse, topische 389.
 Azobenzol 298, 304.
 Azurit v. Japan 248.

B.

- Baddeckit s. Muscovit.
 Barbaloin, Trichlor- 629.
 Baryt s. Schwerspath.
 Barytocölestin v. Ost-Ontario, Anal. 204.
 Basen, äusserlich compensirte, Trennung m. opt. activ. Säuren 612.
 Bastnäsit v. Pike's Peak, Vork., Anal. 95.
 Beryll v. Bengalen 212.
 Benzophenonsulfosaures Ammoniak 461.
 Benzolsulfocarbonsäure, saures Ammoniumsalz 460.
 α -Benzylphenylmethyllummonium-Jodid u. -Bromid, d- u. l., 448.
 Beryll v. Chanteloube, Anal. 629.
 — v. Japan, Habitus 222.
 — v. Narasum, Habitus, opt. Eigenschaft. 699.
 — v. Ontario 240.
 Beryllium u. seine Verbind., Unters. 629.
 Berzelianit v. Skrickerum, Anal. 693.
 p-Bibrombenzol 285.
 Beudantit 423, 428.
 Binnit, über die Identität v. B. u. Tennantit 90.
 Biotit, Krystalsymmetrie 98.
 — v. Bengalen 212.
 — v. Butte, Montana, Anal. 444.
 — v. Californien, Vork., Anal. 400.
 — v. Japan, Habitus, Anal. 220.
 — v. Narsarsuk 667.
 Bleiglanz v. Bogoslawsk 698.
 — v. Botés, Siebenb., Habitus 80.
 — v. Japan, Krystallf. 246.
 — v. Narsarsuk, Vork. 644.
 — v. Wolfach, Baden, Habitus 94.
 Bowlingit (?) v. Lake Superior, Vork., physik. Eigensch. 442.
 Brauneisenerz v. Bogoslawsk 699.
 — v. Central-Russland 704.
 — v. Japan, pseudom. 217.
 — v. Monte Valerio, Anal. 309.
 Brechungsexponenten, Veränder. ders. m. d. Temp. b. Quarz u. Kalksp. 433.
 Brechungsindices, verbess. Methode z. Bestimmung. ders. 627.
 Britholith v. Julianehaab, neues Mineral 683.
 Brochantit v. Idaho, Habitus 444.
 — v. Utah, Krystallf. 238.
 Bromhexahydroorthotoluylsäure 703.
 Bromalhydrat 443.
 π -Bromcamphansäure 439.
 π -Bromcamphansäuremethylester 440.
 π -Brom- ω -Chlorcamphersäure-Anhydrid 439.
 Brommethyلفurfuraldehyd 444.
 Bronzit v. Japan, Habitus 221.
 Bucklandit v. Ural, Anal. 699.
 Buntkupfererz v. Bogoslawsk 698.
 — v. Japan 246.
 Bytownit v. Ontario, Anal. 202.

C.

- Calamin s. Kieselzinkerz 638.
 Camphersäurederivate 438.
 Carnotit v. Colorado, Anal. 315.
 Cer-Ammoniumsulfat
 $Ce_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 8H_2O$ 420.
 Ceriammoniumnitrat 462.
 Cersulfat $Ce_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$ 399, + $9H_2O$ 445.
 Cerussit s. Weissbleierz.
 Chabasit, Symmetrie 633, 635.
 — v. Aussig, Untersuch. 313.
 — v. Japan, Habitus 223.
 — v. Nova Scotia, Löslichkeit in Wasser 205.
 — v. Sardinien, Anal. 286.
 Chalkanthit s. Kupfervitriol.
 Chalkolamprit v. Narsarsuk, Habitus, Anal. 679.
 Chalkosin s. Kupferglanz.
 α -Chloralhydrat 442.
 Chlorastrolith v. Isle Royal, opt. Eigensch. 442.
 p-Chlorbrombenzol 285.
 Chlorit v. Bogoslawsk 699.
 Chromalaun, Wachsthumsgeschwindigkeit 528.
 Chromeisenerz, Bildung dess. 405.
 — v. Bogoslawsk 699.
 — v. Canada 210.
 — v. Japan 248.
 — v. Nord-Carolina, Vork., Entstehungsart u. chem. Zusammens. 99.
 Chrysoberyll v. Japan 248.
 Chrysokoll s. Kieselkupfer.
 Chrysotil s. Serpentin.
 Circularpolarisation, Methode z. Entdeckung u. Trennung v. r- u. l-drehenden Krystallen 403.
 Cliftonit a. d. Meteoreisen v. Younegin 90.
 Cölestin v. Calabrien, Krystallf. 283.
 — v. Ontario, Vork., Anal. 209.
 — v. Tegernsee, Habitus, Anal. 563.
 Collimator, Einstellungsmethode 632.
 Coloradoit s. Tellurquecksilber.
 Columbit v. Bengalen 212.
 Cordierit v. Japan, Habitus 221.
 Covellit s. Kupferindig.
 Cordylit v. Narsarsuk, Krystallf., Anal. 647.
 Cristobalit, Krystalsymmetrie 569.
 Cubosilicite v. Siebenbürgen 292.
 Cuprit s. Rothkupfererz.
 Cuprogoslarit v. Kansas, neue Varietät v. schwefels. Zink, Anal. 206.
 Curie's Theorie 542.
 Cyanit s. Disthen.
 Cystin, Opt. 630.

D.

- Danburit v. Japan, Habitus 220.
 Datolith v. Bogoslawsk 698.
 Delessit 202.
 Desmin v. Japan 223.

- Dextrolaevo- α -phenäthylamin, dextro-camphersulfonsaures, Homogenität 620.
 Diallant, uralitisirt, a. d. Ardennen 637.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Japan 222.
 — v. Pegli, Umwandl. in Glaukophan 224.
 Diamant v. Griqualand West, über das Muttergestein dess. 433.
 — v. Milford County, Ohio, u. v. District d. grossen nordam. Seen 444.
 Diaspor v. Ober-Arö, Anal. 694.
 Dibenzil 298.
 Dibenzolsulfonbenzylamid 704.
 π - ω -Dibromcamphersäure-Anhydrid 438.
 $\alpha\alpha'$ -Dibromcamphersulfonsäure, Derivate ders. 445.
 Didym-Ammoniumnitrat
 $Di(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3 \cdot 4H_2O$ 428, 430.
 Didymiumseleniat 401.
 Diestit, neues Mineral in d. Sierra Blanca, Col., Anal. 620.
 Dimethyldihydroresorcinol 447.
 m-Dinitrodiphenylcarbamid, α -, β -, γ -Modific. 627.
 Diopsid v. Ala-Thal, Vork. 239, 284, 285.
 — v. Piemont, Krystallf. 288.
 Dioptas v. d. Kirghisen-Steppe, Anal. 229.
 Disthen v. Japan 249.
 — v. Mähren, Anal. 704.
 Dolomit v. Elba, Phosphorescenz, Anal. 308.
 — v. Japan 247.
 Domeykit, Stibio-, v. d. Keweenaw-Halbins., Vork., Anal. 74.
 Doppelbrechung, differentiale u. achromat. Polarisation 434.
 — in Flüssigkeiten, zufällige 434.

E.

- Ebenen, Best. v. Punkten u. Eb. n. einer Dreh. um einen bestimmt. Winkel u. um eine bekannte Axe 339.
 Egeran v. Pisek 705.
 Eisenammoniakalaun, Wachstumsgeschwindigk. 534.
 Eisenammoniumsulfat, Wachstumsgeschwindigk. 469, 502.
 Eisenerze v. Central-Russland 701.
 Eisenglanz v. Bogoslawsk 699.
 — v. Cimini, Vork. 340.
 — v. Japan, Habitus 247.
 — v. Uspensk 702.
 Eisenhydroxyd v. Uspensk 702.
 Eisenkies v. Japan, Habitus 245; Einschl. in Quarz 246; Limonit-Pseudom. 247.
 — v. Mähren 705.
 — v. Uspensk 702.
 Eisenoxydhydrosilicat s. Müllerit.
 Eisenspath v. Bogolowsk 698.
 — v. Japan 247.
 — v. Uspensk 702.
 Eisenvitriol v. Japan, Habitus 248.
 Eisenvitriol v. Montana, Anal. 97.
 Eläolith v. Litchfield, Löslichkeit in Wasser 205.
 Elpidit v. Narsarsuk, Vork., Krystallf., Opt., chem. Zusammens. 675.
 Enargit v. Montana, Anal. 97.
 Endeolith v. Narsarsuk, Habitus, Anal. 680.
 Epididymit v. Klein-Arö, Anal. 693.
 — v. Narsarsuk, Krystallf., Opt. 653.
 Epidot v. Alathal, Krystallf. 235, 284.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Bogoslawsk, Pseudom. n. Granat 698.
 — v. Idaho, Krystallf. 440.
 — v. Japan, Habitus 249.
 Epistilbit v. Japan 223.
 Epistolit v. Julianehaab, neues Mineral 682.
 Epsomit v. Alberta, Anal. 241.
 Erbiumsulfat $Er_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ 409.
 Erden, seltene, einige Salze 397.
 Erythrin v. Japan 248.
 Eudialyt v. Narsarsuk, Vork., Habitus 662.
 Eudidymit v. Narsarsuk, Vork., Krystallf. 652.

F.

- Fahlerz, chem. Zusammens. 93.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Botés, Siebenb., Vork., Krystallf. 78; Anal. 84.
 — v. Fresney d'Oisans, Dauphiné, Habitus, Anal. 93, 94.
 — v. Japan, Krystallf. 246.
 — v. Wolfach, Baden, Habitus, Anal. 94.
 Fedorow'sche Methode, Bestimm. v. Feldspath n. ders. 264; Bemerk. z. Methode 267.
 Feldspath in Biotitprotogin, Bestimm. n. d. Fedorow'schen Methode 264.
 —, Bildung dess. 405.
 — v. Canisp, Krystallf. 437.
 — v. Sardinien 287.
 — v. Uspensk, Habitus 702.
 Feldspäthe, Glaukisiren 471.
 Fergusonit v. Japan 248.
 Fibroferrit v. Alberta 244.
 Flint, Ursprung dess. 436.
 Flüssigkeiten, zufällige Doppelbrech. 434.
 Fluor, Methoden zur Bestimm. dess. 243.
 Fluorescenz in fest. Körpern, in doppeltbrech. Krystall. 344.
 Fluorit, Auflösungsgeschwindigk. 488.
 —, Structur 605.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Carrara 309.
 — v. Japan, Habitus 247.
 — v. Narsarsuk, Vork. 644.
 Forsterit v. Glenelg, Vork., Anal. 223.
 — v. Latium, chem. Zusammens. 228.
 Fuchsit v. Canada 240.

G.

- Gahnit (Automolit) v. Bengalen 242.
 — v. Ontario, Habitus 244.
 Galenit s. Bleiglanz.
 Gase, durch Erhitzen v. Mineralien u. Meteoriten entwickelt, Ursprung 432.
 Gaylussit v. Japan, Calcit-Pseudom. 217.
 Gelbbbleierz v. Japan, Habitus 248.
 Gersdorffit v. Brit.-Columbia 244.
 Gismondin v. Bogoslawsk 699.
 Glaukonit, Mangan-, v. Bogoslawsk 699.
 Glaukophan v. Japan 222.
 — v. Pegli 224.
 Glimmer v. Japan, pseudom. n. Turmalin 219; Hab., Anal. 220.
 — (Hydrogl.) v. New Jersey, chem. Zusammens. 404.
 —, Tainiolith, v. Narsarsuk 667.
 Glimmergruppe, Krystalsymmetrie d. Mineralien ders. 98.
 Glimmer u. Linksquarz, resp. Gyps, achromat. Polarisat. u. different. Doppelbr. 434.
 Göthit v. Uspensk 702.
 Gold v. Bösing, Vork. 710.
 — v. Bogoslawsk 699.
 — v. Japan 245.
 — v. Neu-Seeland, Vork., Habitus 244.
 — v. West-Cornwall 436.
 Goldschmidt, über d. kryst. Identität m. Sylvanit 542.
 Goldwäschereien v. d. Máramaros, Hist. 710.
 Grahamit v. West-Virginia, Entstehung 205.
 Grammatit v. Böhmen, Vork., Anal. 704.
 Granat v. Ala-Thal, Krystallf. 284, 285.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Bogoslawsk, Hab., Anal. 698.
 —, (Almandin) v. Hudson's Strait, Habitus 244.
 —, (Almandin, Andradit, Grossular) v. Idaho, Habitus 410, 444.
 — v. Japan, Habitus 220.
 — v. Piemont, Krystallf. 289.
 — v. Port Cygnet, neue Varietät, Anal. 244.
 Graphit v. Brit.-Columbia, Vork. 244.
 — aus d. Euganeen 311.
 — v. Japan 245.
 — v. Narsarsuk, Vork. 644.
 Grassmann'sche Methode d. Axendarstellung 330.
 Grossular v. Quebec, Habitus 244.
 Guanidincarbonat, Bild. recht. Kryst. 630.
 Gyps, künstl., Entwässerung u. Wasseraufnahme 203.
 — v. Calabrien, Krystallf. 283.
 — von Japan, Habitus 248.
 — v. New Brunswick, Vork. 212.
 — u. Linksquarz, resp. Glimmer, achromat. Polarisat. u. different. Doppelbr. 434.

H.

- Hämatit s. Eisenglanz.
 Halbschattenfeld, Erzeugung dess. in einem Polarimet. durch zwei schiefgestellte Glasplatten 435.

- Halloysitähnliches Mineral v. Bistritz 706.
 Harnsäure, opt. Eigensch. 630.
 Hauerit v. Sicilien, Krystallf. 294.
 Hedenbergit v. Japan, Krystallf., Anal. 224.
 Hemimorphit s. Kieselzinkerz.
 Hessit v. Boulder Co., Col., Habitus 547.
 — v. Mexico, Anal. 440.
 — s. a. Petzit.
 Heulandit v. Japan, Habitus, Anal. 223.
 — v. Kaukasus, Habitus 703.
 — v. Nova Scotia, Löslichkeit in Wasser 205.
 Hexamethylentetramin 460.
 Hitchcockit, Vork., Anal., chem. Zusammens. 443, 428.
 Hornblende, Aetzfiguren 207.
 — opt. Verhältn. d. Verticalzone u. Methode z. Bestimm. d. Auslöschungswinkel verm. Spaltungsstücke 206.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Butte, Montana, Anal. 444.
 — v. Californien, Vork., Anal. 400.
 — v. Japan, Habitus 222.
 — v. Ontario, Anal. 202.
 — v. Philipstad, neue Varietät, Krystallf., Anal. 208.
 Hübnerit v. Nova Scotia, Anal. 209.
 Hussakit, chem., krystallogr.-opt. Unters. 268; Bezieh. z. Xenotim 274.
 Hyalit v. Cimini 340.
 — v. Japan 247.
 Hydrargillit v. Mähren, Vork., Anal. 705.
 Hydroglimmer v. New Jersey, Anal., chem. Zusammens. 404.
 Hydrogöthit v. Central-Russland 701.
 Hydrohämatit s. Turjit 702.
 Hydromagnesit v. Canada, Anal. 209.
 Hydrometamorphismus 224.
 Hygrophilitähnliches Mineral v. Kunstadt, Anal. 706.

I.

- Ilmenit s. Titaneisenerz.
 Iridosmium v. Japan 245.

J.

- Jacksonit v. Isle Royal, opt. Eigensch. 202.
 Jadeit v. Susathal, Vork., physikal. Eigensch., Anal. 287.
 Jamesonit v. Japan 246.
 Jarosit v. Pisek 706.
 Jeffersonit v. New Jersey, Anal. 96.
 Jodoform 437.
 Johnstonolith v. Port Cygnet, Vork., Anal. 244.

K.

- Kämmererit v. Bogoslawsk 699.
 Kalifeldspath, Löslichkeit in Wasser 205.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Japan, Habitus, Anal. 222.
 — v. Shinano, Japan, Vork., Habitus 404.
 Kaliumosmiumbromid 463.

Kaliumplatooxalonitrit 629.
 Kaliumquecksilbernitrit, basisches 164.
 Kaliumsilicowolframat, Bild. recht. Kryst. 630.
 Kalkspath, Auflösungsgeschwindigk. 489.
 —, Fluorescenz 312.
 —, Veränder. d. Brechungsexpon. m. d. Temp. 435.
 — v. Ala-Thal, Vork. 285.
 — v. Arizona, Habitus 210.
 — v. Bogoslawsk 699.
 — v. Calabrien, Vork. 283.
 — aus d. Euganeen 311.
 — v. Japan, Pseudom. 216; Krystallf. 217.
 —, (Stalaktit) v. Montana, Anal. 97.
 — v. Narsarsuk, Vork., Krystallf. 643.
 — v. New Brunswick, Vork. 212.
 — v. Nordmarken, Habitus 691.
 — v. Ofner Geb., Krystallf. 709.
 — v. Tegernsee 563.
 — u. Linksquarz, achromat. Polarisat. u. different. Doppelbr. 434.
 Kalkspathnadeln aus d. Schalen etc. verschied. Versteinerungen 639.
 Kalkspongien, über ihr Krystallskelett u. Klassification 432.
 —, Ursprung u. Wachsthum d. tri- u. quadriradialen Nadeln 435.
 Kampherroxim, Zerlegung v. racemisch. 447.
 d-Kamphersäure-Acetonverbindung 701.
 Kaolin v. Bistritz, Anal. 706.
 — v. Diamantina, Brasilien, Anal. 101.
 Kassiterit s. Zinnerz.
 Katapleit v. Narsarsuk, Habitus, Anal. 663.
 Kieselguhr s. Opal.
 Kieselkupfer v. Japan, Pseudom., Habitus 220.
 Kieselsäure in Flint, Urspr. 436.
 — v. Siebenbürgen, Vork. 293.
 —, gelatinöse, im Simplontunnel 289.
 Kieselsäureanhydrid, Symmetr. d. drei krystall. Formen 569.
 Kieselzinkerz, Berichtigung ein. neuen Form 638.
 — v. Japan 219.
 — v. New Jersey, Anal., Unters. üb. d. Constitution 106.
 Klinochlor v. Ala-Thal, Vork. 284, 285.
 — v. Bogoslawsk 699.
 Kobaltrhodanit 165.
 Kokkolith v. Böhmen, Vork., Anal. 705.
 Korund, Bildung dess. 104.
 — v. Canada, Vork. 211.
 — v. Japan, Habitus 217.
 —, (Rubin) v. N.-Carolina, Vork., Habitus 88.
 — v. Ontario, Vork. 212.
 — v. Ungarn, Vork. 709.
 Korundhaltige Gesteine 202.
 Krokidolith v. Narsarsuk, Vork., Habitus, Opt. 660.
 Krystalle, Symmetrie 4 ff.
 — Methode zur Entdeckung u. Trennung v. r.- u. l.-drehenden 403.

Krystallflächen, Wachsthumsgeschwindigkeit u. Auflösung 449, 531.
 Krystallographie, zonale 133.
 Krystalsymmetrie 569.
 Krystalsymmetrien, zur Begründung ders. 553.
 Krystallzeichnung, Methode 621.
 Kupfer, färbendes Pigment 700.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Brit.-Columbia 211.
 — v. Japan 215.
 Kupfererze, jodhaltig, v. N.-S.-Wales 213.
 Kupferglanz v. Japan 216.
 — v. Nova Scotia, Vork. 211.
 Kupferindig v. Montana, Anal. 97.
 Kupferkies v. Bogoslawsk 698.
 — v. Cornwall, Krystallf. 321.
 — v. Japan, Krystallf. 216.
 — v. Uspensk 702.
 Kupfervitriol v. Bogoslawsk 698.
 — v. Brit.-Columbia 211.

L.

Labradorit v. Japan 223.
 — v. Neu-Süd-Wales, Anal. 213.
 Lanthan-Ammoniumnitrat $La(NO_3)_3 \cdot 2NH_4NO_3 \cdot 4H_2O$ 427.
 Lanthan-Ammoniumsulfat $La_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 \cdot 8H_2O$ 449.
 Lanthansulfat $La_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ 414.
 Laumontit, Löslichkeit in Wasser 204.
 — v. Kaukasus, Habitus, Anal. 702.
 Leadhillit v. Sardinien, Opt. 294.
 Lepidolith v. Bengalen 212.
 — v. Mähren, Vork. 707.
 — v. Maine, Löslichkeit in Wasser 205.
 Leucit v. Vesuv, Löslichkeit in Wasser 205.
 Leukopyrit v. Bengalen 212.
 Leukosphenit v. Narsarsuk, Krystallf., Anal., Vork. 673.
 Leverierit, chem. Zusammens. u. opt. Eigensch. 620.
 Liëvrit v. Grönland, Habitus 708.
 — v. Japan, Habitus 219.
 Limonit s. Brauneisenerz.
 Linurit von Tasmanien 214.
 Linarit v. Japan 218.
 Lintonit v. Lake Superior, Löslichkeit in Wasser 204.
 Lithionglimmer, Symmetrie 98.
 Löllingit v. Bogoslawsk 698.
 Lorenzenit v. Narsarsuk 658.
 —, Krystallf., Anal., Vork. 671.
 d-Lyxose 158.

M.

Magnesit v. Canada 210.
 — v. Japan 217.
 Magnetisenerz v. Bengalen 212.
 — v. Bogoslawsk 699.
 — v. Japan 218.

Magneteisenerz v. Narsarsuk 643.
 — v. Piemont 288.
 Magnetkies, Magnetisir. nach ein. Ebene 634.
 — v. Japan 245.
 — v. New Brunswick, Vork. 212.
 Malachit v. Japan 248.
 Manganit v. Bogoslawsk 698.
 — v. Ilefeld, Krystallf. 229.
 — v. Japan 217.
 — v. New Brunswick, Vork. 212.
 Manganmulm v. Narsarsuk 644.
 Manganocalcit v. Mähren, Vork., Anal. 705.
 Manganspath v. Japan, Habitus 217.
 — v. Narsarsuk, Habitus 644.
 Martit v. Bogoslawsk 699.
 Matildit v. Japan 216.
 Melanterit s. Eisenvitriol.
 Melinitartiges Mineral v. Bistritz 706.
 Melit v. Saalfeld, physik. Eigensch., chem. Zusammens. 227.
 Melonit s. Tellurnickel.
 Menthol 444.
 Meteoreisen v. Alt-Belá b. Mährisch-Ostrau, Anal. 707.
 Meteorit v. Middlesborough, Triboluminescenz 432.
 Methantrisulfonsäure, Salze 441.
 Mikrolin v. Ilmengebirge, Krystallogr.-opt., Anal. 278.
 — v. Japan, Habitus 222.
 Mikrolith v. Narsarsuk, Habitus 684.
 — v. Skandinavien 692.
 — v. Skogböle, Finnl., Anal. 692.
 Mikrometallurgische Untersuchungen, Spannungswirkungen 433.
 Mineralfundorte v. Westmähren 707.
 Mirabilit, Uebergang in Thenardit 700.
 Mitchellit s. Chromeisenerz.
 Mohawkit v. d. Keweenaw-Halbinsel, Vork., Anal. 69, 76.
 Mohr'sches Salz, Wachstumsgeschwindigkeit. 469, 502.
 Molybdänglanz, wismuthhaltig 346.
 — v. Japan 215.
 — v. New Brunswick 212.
 — v. Quebec, Vork. 244.
 Molybdänocker von Quebec 244.
 Molybdänoxalsaures Natrium-Ammonium 467.
 Monazit v. Delaware County, Vork., Habitus. 206.
 — v. Diamantina, Brasilien, Krystallf. 404.
 — v. Japan 248.
 — v. Pisek 705.
 Mondstein v. Bengalen 212.
 Müllerit, Vork., Anal. 225.
 Muscovit, Löslichkeit in Wasser 204.
 —, Symmetrie 99.
 — v. Bengalen 212.
 — v. Japan, Habitus 220.
 —, (Baddeckit) v. Nova Scotia 214.
 Mussit s. Diopsid.

N.

Narsarsukit v. Narsarsuk, Vork. 670; Anal. 677.
 Natriumchlorat, Bild. v. r. u. l. Kryst. 630.
 Natriumchlorat, Wachstum u. Eigensch. d. Kryst. dess. 403.
 Natrolith, Untersuch. betr. Wassergehalt 344.
 — aus d. Euganeen 344.
 — v. Japan 223.
 — v. Langesundfjord, Krystallform 549.
 — v. Narsarsuk, Habitus. 667.
 — v. New Jersey, Löslichkeit in Wasser 204.
 Neodymsulfat $Nd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ 408.
 Nephelin v. Japan 224.
 Nephrit, Festigkeitsuntersuchungen 700
 Neptunit v. Narsarsuk, Krystallf., Vork. 660.

O.

Oligoklas v. Bakersville, Löslichkeit in Wasser 205.
 Olivenit v. Japan 248.
 Olivin v. Bogoslawsk 699.
 — aus d. Euganeen 344.
 — v. Japan, Habitus, Anal. 219.
 — v. Lake Superior, umgewand. in Bowlingit (?) 442.
 — v. Latium, Krystallf. 227.
 Opal v. Japan 217.
 — v. Kunststadt, Anal. 706.
 — v. Toscana, Vork., Anal. 305.
 Optisch active Substanzen, Bild. rechter u. linker Kryst. 630.
 Orthit v. Japan 249.
 — (Allanit) v. Lairg, Vork. 224.
 Orthobenzoësäuresulfimid, Triboluminescenz 432.
 Orthoklas s. Kalifeldspath.
 Osmietetrachlorschwefligsaures Kalium 466.
 Ottrelith v. Japan 224.
 Oxalsaurer Kalk, Opt. 630.
 Oxypiperidon 459.

P.

Palladiumchlorschwefligsaures Ammonium 470.
 Parisit v. Narsarsuk, Vork., Krystallf., Opt., Anal. 644.
 — Baryum-, v. Narsarsuk, Krystallf., Anal. 647.
 Pektolith v. Bergen Hill, N. J., Unters. üb. d. Constitution, Anal. 405.
 — v. Bergen Hill, Löslichkeit in Wasser 204.
 Pennin v. Bogoslawsk 699.
 Petzit v. Calaveras Co., Anal. 410.
 Phenylpropionsäure 286.
 Phenylsulfocarbaminsäure, Methyl-, Propyl- u. Isopropylester 203.
 Phlogopit, Krystalsymmetrie 98.
 — v. New Jersey, Löslichkeit in Wasser 204.
 Phosgenit, Fluorescenz 212.
 Phosphor, allotrope Modificationen 446.

- Piemontit v. Japan 249.
 Pinitähnliches Mineral v. Kunstadt, Anal. 706.
 Plagioklasse, Bestimm. n. d. Fedorow'schen Methode 694.
 — Zusammens. d. concentr. Wachsthumsschichten gewisser 636.
 Platin v. Japan 245.
 Pleonast v. Mähren, Anal. 704.
 — v. Pisek 705.
 Plumbogummit, Vork., Histor., Anal. 413, 428.
 Polarisation, achromatische u. differentiale Doppelbrechung 434.
 Polykras v. Canada, Vork., Anal. 99.
 Polythionit s. Zinnwaldit.
 Polymorphie, Methode f. d. Studium ders., u. Ursache einiger therm. Eigentümlichk. d. Chlorhydrats 442.
 Polymorphismus u. Symmetrie 633.
 Praseodymsulfat $Pr_2(SO_4)_3 \cdot 5H_2O$ 400.
 Praseodymsulfat $Pr_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ 406.
 Prehnit 202.
 Projection, schiefe, einfacher u. verzwill. Krystalle 638, 639.
 Prosopit v. Utah, Anal. 96.
 Punkte, Bestimm. d. Position v. P. u. Ebenen nach einer Drehung um einen bestimmt. Winkel u. um eine bekannte Axe 339.
 Pyrrargyrit v. Japan 246.
 Pyrolusit v. New Brunswick, Vork. 242.
 Pyromorphit v. Japan, Habitus 248.
 Pyrophyllit v. N. Carolina, Anal., Unters. üb. die Constitution 406.
 Pyrosmalitha. d. Bjelke-Grube, Nordmarken, Literat., Habitus, Anal. 554.
 Pyrrhotin s. Magnetkies.

Q.

- Quarz, Anomalien 294.
 —, Auflösungsgeschwindigkeit. 489.
 —, Krystallsymmetrie 569.
 —, opt. Unters. ohne Circularpolarisat. 303; Krystallf. 304.
 —, über d. Form d. ordentl. Wellenfläche 280, 284.
 —, Veränder. d. Brechungsexpon. m. d. Temp. 435.
 —, Versuch des Nachweises einer richtend. Wirkung auf einen zweiten 434.
 —, I-, u. Gyps, resp. Glimmer, Kalkspath, achromat. Polarisat. u. different. Doppelbr. 434.
 —, r.- u. l., achromat. Polarisation u. differentiale Doppelbr. 434.
 — v. Bengalen 242.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Bourg d'Oisans, Krystallf. 279.
 — v. Brit.-Columbia, Vork. 244.
 — v. Cimini, Vork. 309, 340.
 — v. Japan, Krystallf., Pseudom. 246.
 — v. Meylan, Krystallf. 346.

- Quarz v. Narsarsuk, Vork., Krystallf. 642.
 — v. Simplotunnel, Vork. 289.
 — v. Sonoré 638.
 — v. Striegau, Krystallf. 346.
 — v. Uspensk 702.
 Quarzin v. Bogoslawsk 698.
 Quecksilberjodid, Unters. d. Dämpfe 342.
 Quenstedtit v. Montpellier, Anal. 204.

R.

- Ralstonit v. Japan 247.
 Realgar v. Carrara 309.
 — v. Japan 245.
 — v. Mähren 705.
 Refractometer, Verbesserung an dems. f. mikrosk. Kryst. 627.
 Rhodochrosit s. Manganspath.
 Rhodonit v. Japan, Habitus 222.
 Riebeckit (?) v. Narsarsuk 659.
 — v. Rumänien, Anal. 740.
 Roscoelith v. Californien, Vork., Anal. 402.
 Rothbleierz v. Tasmanien, Krystallf. 707.
 Rotheisenerz v. Bogoslawsk, Pseudom. a. Granat 698.
 Rothkupfererz v. Bogoslawsk 698.
 — v. Japan, Krystallf. 247.
 Rubin s. Korund.
 Rutil v. Carrara 309.
 — v. Japan 247.
 — v. Nova Scotia 240.

S.

- Saccharin, Triboluminescenz 432.
 Sanidin, Winkelmessungen an S.-Krystallen 243.
 Saphirin v. Siebenbürgen s. Cubosilit.
 Scheelit v. Japan, Habitus 248.
 Schefferit v. Kaukasus, Krystallf. 279.
 Schizolith v. Julianehaab, neues Mineral 687.
 Schrötterit v. Saalfeld, Anal. 226.
 Schwefel v. Bellisio, Krystallf., Anomalien 294.
 — v. Calabrien, Krystallf. 283.
 — v. Japan, Krystallf. 245.
 — v. Ontario, Vork. 244.
 Schwerspath, Ausscheidung dess. als Cementmaterial in Sandstein 433.
 —, Fluorescenz 342.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Japan, Habitus 248.
 — v. Uspensk 702.
 Selenit s. Gyps.
 Selenminerale v. Skrickerum 693.
 Selenschwefel v. Japan 245.
 Serpentin v. Bogoslawsk 699.
 — v. Japan 244.
 — v. New Brunswick 242.
 Serpentinisierung 224.
 Siderit s. Eisenspath.
 Silber v. Bogoslawsk 699.
 Silberglanz v. Japan, Habitus 246.

Silicate, Theorie ders. 37.
 Sillimanit v. Japan 219.
 Skorodit von Japan 249.
 Smithsonit v. Arkansas, Anal. 202.
 Soda v. Brit.-Columbia, Anal. 240.
 Spectroskop m. fester Ablenkung 630.
 Sphärokobaltit v. Ligurien, Anal. 302.
 Spinell, Bildung dess. 405.
 — v. Glenelg, Vork., Anal. 223.
 Spodiophyllit v. Narsarsuk, Vork., Anal. 662.
 Sprödglasserz v. Japan, Habitus 216.
 Stannin s. Zinnkies.
 Staurolith v. Japan 216.
 Steenstrupin v. Julianehaab, Krystallf., physik.-opt. Eigensch. 689.
 Steinsalz, Structur 605.
 Stephanit s. Sprödglasserz.
 Stibiodomeykit v. d. Keweenaw-Halbinsel, Vork., Anal. 74.
 Stickstoffverbindungen, asymmetr. opt.-active 448.
 Stilben, 298, 299.
 Stilbit v. Nova Scotia, Löslichkeit in Wasser 205.
 — (?) v. Valle dei Zuccanti, Anal. 310.
 Stokesit v. Cornwall, neues Zinnmineral 345.
 Sylvanit v. Cripple Creek, Col., Habitus, Anal. 539; Identität v. Goldschmidt mit S. 542.
 Sylvin, Structur 605.
 Symbole, zonale, u. richtige Aufstell. d. Krystalle 433.
 Symmetrie der Krystalle 4, 569.
 — u. Polymorphismus 633.
 Symmetrieachsen, Bemerk. üb. krystallogr. mögliche 436.
 Symmetrieelemente, angenäherte, u. Meroëdrie 636.

T.

Taenit a. d. Meteoreisen v. Youndegin 90.
 Tainiolith v. Narsarsuk, Vork., Krystallf., Anal. 667.
 Talk v. Japan 224.
 Telluride v. Colorado 539.
 Tellurnickel v. Calaveras County, Anal. 409.
 — v. Worturpa, Vork., physik. Eigensch., Anal. 214.
 Tellurquecksilber v. Calaveras County, Vork. 409.
 Tellurschwefel v. Japan 215.
 Tellursilber s. Hessit.
 Tennantit v. Brit. Columbia 211.
 Tenorit v. Japan 217.
 Tetraëdrit s. Fahlerz.
 Tetrahydrochinaldin u. Derivate 642.
 Tetrahydroparatoluchinaldin u. Derivate 646.
 Tetramethylammoniumcadmiumchlorid 203.

Thalit v. Lake Superior, Vork., Anal. 112.
 Thenardit, Uebergang aus Mirabilit 700.
 Thermoelektricität d. Krystalle 632.
 Thonerde, Ausscheidung aus geschmolzenen Massen 404.
 Thomsenolith v. Japan 217.
 Thoriumsulfat $Th(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$ 423.
 Thoriumnitrat, Megnesium-, Zink-, 463.
 Thymol 444.
 Titaneisenerz v. Piemont, Krystallf. 288.
 Titanit v. Bistritz, Anal. 706.
 — v. Japan, 213.
 — v. Piemont, Krystallf. 289.
 — v. Sardinien 287.
 — v. Pisek 705, 706.
 — v. Quebec 210.
 Tolan 300.
 Topas, Fluorescenz 312.
 — v. Alberta, Vork. 211.
 — v. Birma, Krystallf. 212.
 — v. Japan, Krystallf., Anal. 219.
 — v. Neu-Süd-Wales u. Brasilien, Anal. 213.
 Topische Axenverhältnisse 389.
 Torbernit von Bengalen 212.
 Torsionsdrehung einer Quarzkugel 434.
 Tremolit v. Japan, Talk-Pseudom. 211; Vork. 222.
 — v. Pisek, Vork., Anal. 705.
 Triboluminescenz 432.
 Trichlorbarbaloin 629.
 Tridymit, Krystallsymmetrie 569.
 — aus d. Euganeen, Krystallf. 294.
 — v. Japan 216.
 Triplit v. Bengalen 212.
 Turjit v. Uspensk, Anal. 704.
 Turmalin, chem. Zusammens. 196.
 — v. Bengalen 212.
 — v. Birma, Vork. 213.
 — v. Bogoslawsk 698.
 — v. Colorado, Vork. 205.
 — v. Elba, Anal. 304.
 — v. Japan, Einschl. i. Quarz 216; Krystallf. 219.
 — v. Mähren 707.
 — v. New Brunswick 212.
 — v. New Jersey, quantitat. Bestimm. d. Borsäure 205.
 Tysonit v. Pike's Peak, Vork., Anal. 95.

U.

Ullmannit, Krystallogr. 294.
 Uralit v. d. Ardennen 637.
 Uraniumnitrat, Triboluminescenz 432.
 Uranmineral v. Colorado, Vork., Anal. 315.
 Uranocker v. Bengalen 212.
 Urotropin-Aminoform 160.

V.

Vanadinoxalsäures Natrium 168.
 Verwitterung 224.
 Vesuvian v. Ala-Thal, Krystallf. 285.

Vesuvian v. Cimini, Vork., Krystallf. 310.
 — v. Japan, Habitus 219.
 Vivianit v. Bogoslawsk 698.
 — v. Japan, Habitus 218.
 — v. Quebec 240.
 Von Diestit s. Diestit.

W.

Weissbleierz v. Japan, Habitus 217.
 Wernerit v. New York, Löslichkeit in Wasser 205.
 Willemitt, chem. Verhalten 107.
 Wismuth, Thermoëlekt. 632.
 — v. Japan, 215.
 Wismuthglanz v. Japan 215.
 Witherit v. Japan, Krystallf. 217.
 Wolframit v. Japan, Habitus 218.
 Wollastonit v. Cimini, Vork., Krystallf. 309.
 — von Japan, Vork. 221.
 Wulfenit s. Gelbbleierz.

X.

Xenotim v. Diamantina, Brasilien, Krystallhabitus 401.
 — v. Ontario, Vork. 211.
 — v. Pisek 705.

Y.

Yttriumsulfat 403.

Z.

Zeichnung von Krystallen, Methode 621.
 Zeolith v. Valle dei Zuccanti, Anal. 310.
 Zinkammoniumsulfat, Wachstumsstadien 459, 469.
 Zinkblende v. Bogoslawsk 698.
 — v. Carrara 309.
 — v. Japan, Krystallf. 215.
 — v. Narsarsuk, Vork. 644.
 Zinkvitriol, neue Varietät, Cu-haltig 206.
 Zinnerz v. Bengalen 212.
 — v. Japan 217.
 Zinnkies v. Japan 217.
 Zinnober v. Japan 216.
 Zinnwaldit v. Japan, Habitus, Anal. 220.
 — v. Narsarsuk, Habitus, Anal. 667.
 Zirkon v. Narsarsuk, Habitus 666.
 — v. Narsarsuk 663.
 Zonale Kristallographie 133.
 Zonochlorit v. Isle Royal 112.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 26. Bande.

Seite 640 Zeile 13 v. u. lies: »bleigraue« statt »blaugraue«.

Zum 32. Bande.

Seite 286 Zeile 17 v. u. ergänze: »auch in Geol. Mag. 1899 (4), 6, 71«.

Zum 33. Bande.

Seite 169 Zeile 24 v. o. lies: »wirr« statt »vier«.
 - 656 - 7 v. u. - »15, 45« statt »15«.
 - 656 - 3 v. u. - »Wołowiec« statt »Wotowiec« (ebenso S. 657 Z. 10 v. o. und Z. 6 v. u.
 - 656 - 2 v. u. - »Łomnica« statt »Lomnica« (ebenso S. 657 Z. 5 u. 6).
 - 657 - 3 v. o. - »3Al₂O₃« statt »4Al₂O₃«.
 - 657 - 14 v. o. - »Dolina Wielka« statt »Dolina Felki«.
 - 657 - 9 v. u. - »9, 13 und 11, 157« statt »9 und 11«.
 - 658 - 16 v. o. - »13, 28« statt »13, 27«.
 - 673 - 18 v. o. - »L. J. Spencer« statt »L. S. Spencer«.

Zum 34. Bande.

Seite 97 Zeile 2 v. o. lies: »SiO₂« statt »LiO₂«.
 - 98 - 15 v. o. - »Lawrence« statt »Laurence«.
 - 101 - 14 v. u. - »Al₂O₃« statt »Al₂O«.
 - 104 - 12 v. o. - »Impson« statt »Improw«.

- Seite 407 Zeile 42 v. u. lies: »war« statt »ist«.
- 408 - 40 v. u. - »3,40« statt »3,82«.
 - 408 - 5 v. u. - »0,809« statt »0,804«.
 - 409 - 47 v. o. - »An₁« statt »An«.
 - 410 - 23 v. u. - »Monument-Mine« statt »Mountain-Mine«.
 - 410 - 9 v. u. - »q{224}« statt »y{224}«.
 - 410 - 5 v. u. - »s{321}« statt »s{334}«.
 - 411 - 4 v. u. - »98,77« statt »99,77«.
 - 412 - 8 v. o. - »42,38« statt »42,39«.
 - 412 - 47 v. o. - »99,94« statt »99,84«.
 - 244 - 2 v. o. - »1898, 9, Pt. R.« statt »1898, Pt. R.«
- 268 f. Hierzu theilt Herr E. Hussak mit, dass alle Untersuchungen Gorceix's, Des Cloizeaux's (Min. II) und die seinigen sich auf ein und denselben sogen. Xenotim von Dattas beziehen und dass Gorceix in seiner Originalarbeit (Annales d. Escola de Minas, Ouropreto, 1885) angiebt, dass er das Mineral mit concentrirter Schwefelsäure aufschloss. »Auch Des Cloizeaux's Bestimmungen der Brechungsindices, zu denen Hr. Hussak ausnahmsweise grosse Krystalle an Herrn Lacroix sandte, wie die Angabe über die rutilähnlichen Zwillinge, beziehen sich alle auf den heutigen Hussakit. Zu dem Citat S. 273 f. ist zu bemerken, dass die Arbeit von Hussak über die Sande von Bandeira do Mello, Bahia, erst 1899 in den Min. u. petr. Mitth. erschienen ist (referirt diese Zeitschr. 33, 640).
- 272 Zeile 7 v. o. lies: »Ditetragonal« statt »Tetragonal«.
 - 448 - 23 v. o. - »75, 4427« statt »4427«.
 - 624 - 2 v. u. - »die von rechts nach links gerichtete krystallographische Axe« statt »die nach vorn gerichtete . . .«



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

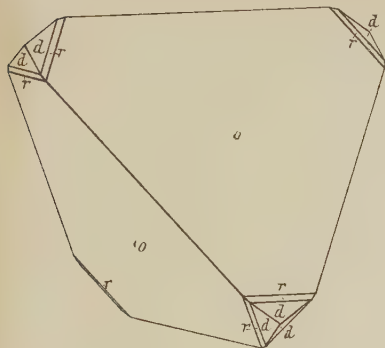


Fig. 2.

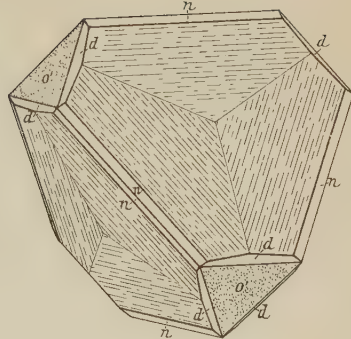


Fig. 7.

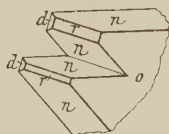


Fig. 3.

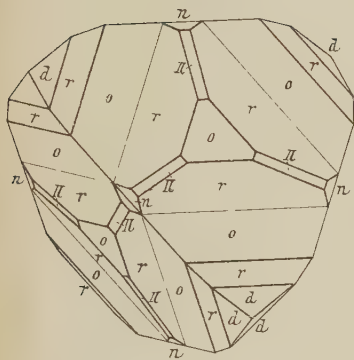


Fig. 4.

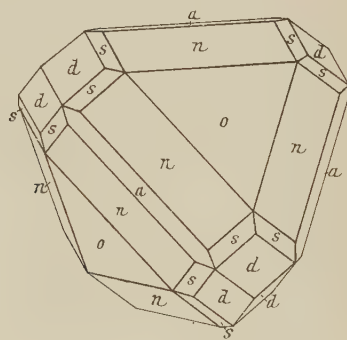


Fig. 5.

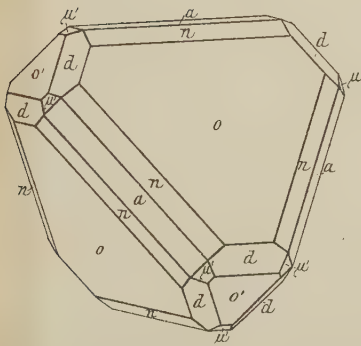


Fig. 6.

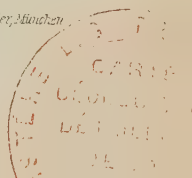
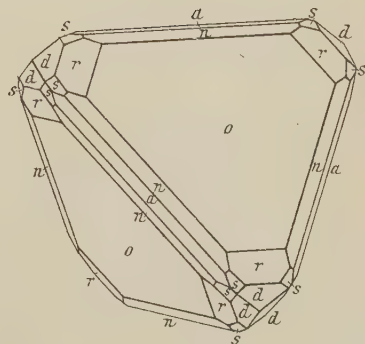


Fig. 9.

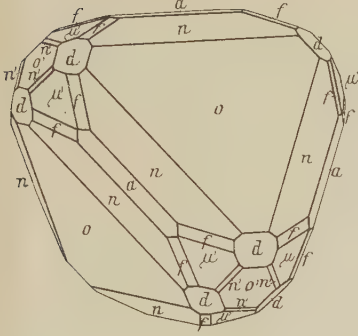


Fig. 10.

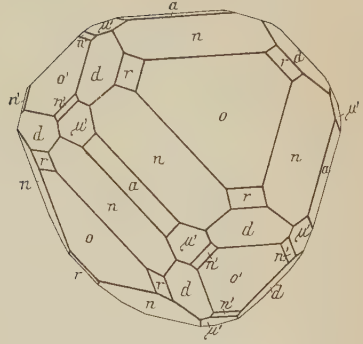


Fig. 11.

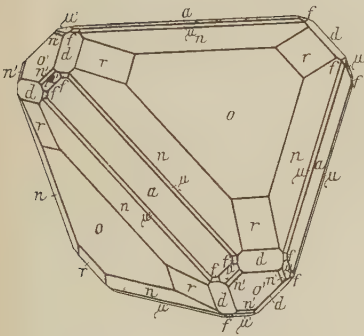


Fig. 12.

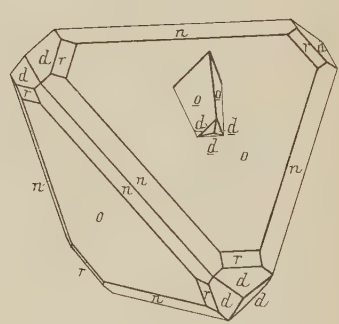


Fig. 8.

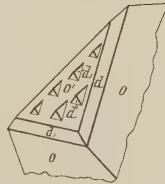


Fig. 13.

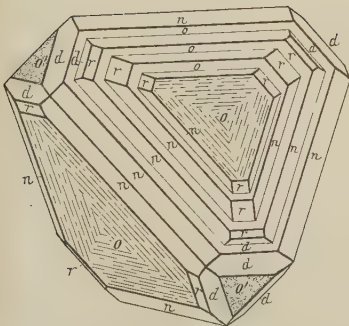


Fig. 14.

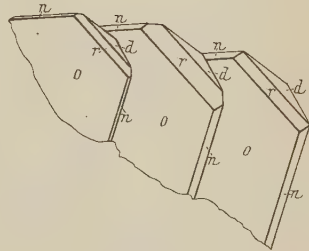


Fig. 1.

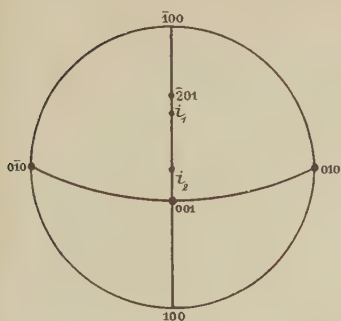


Fig. 2.

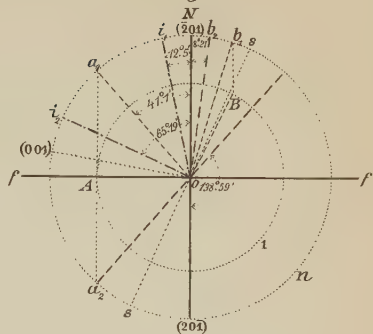


Fig. 3.

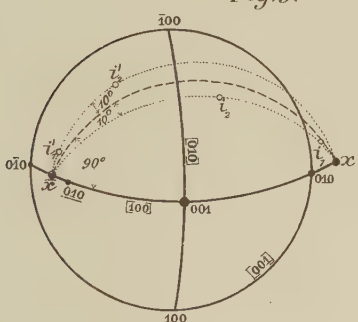


Fig. 4.

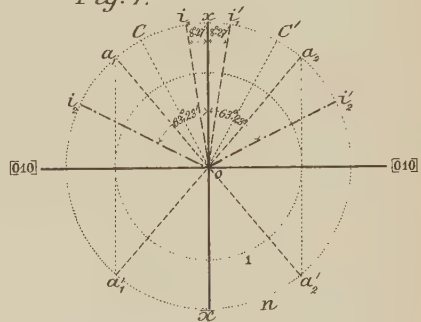


Fig. 5.

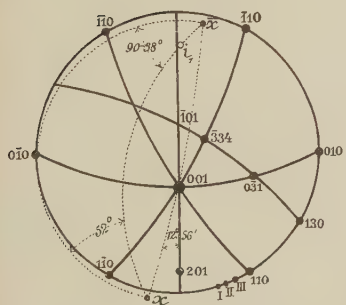


Fig. 6.

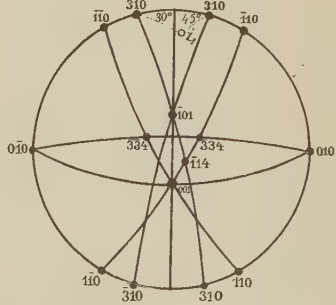


Fig. 7.

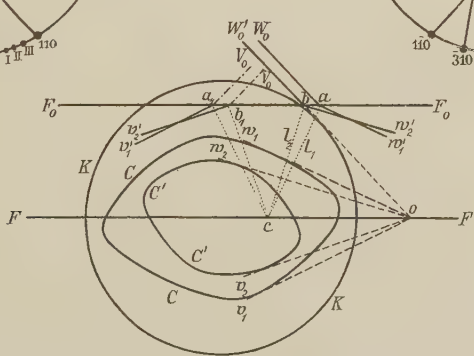


Fig. 1. Melit u. Schröterit.

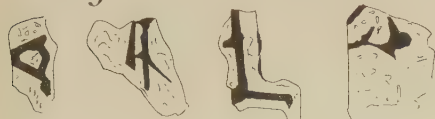


Fig. 2. Melit.



Fig. 3 u. 4 Olivin von Latium.

Fig. 3.

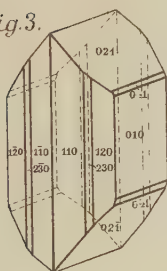


Fig. 4.

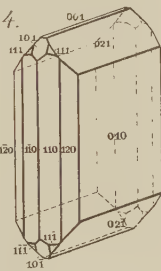


Fig. 5 u. 6 Margarit von Ilfeld.

Fig. 5.

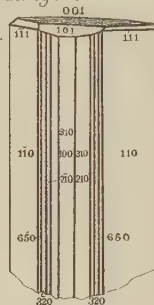


Fig. 6.

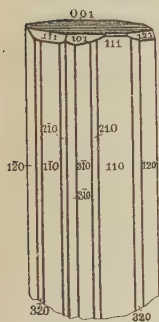


Fig. 7.

Epidot von Colle del Paschietto. Brochantit von Utah. Sanidin von Quartuccio.

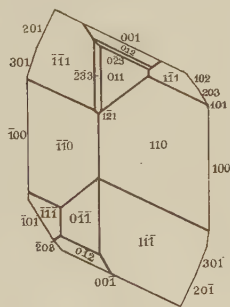


Fig. 8.



Fig. 9.

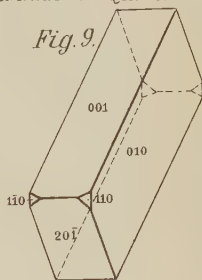


Fig. 10.

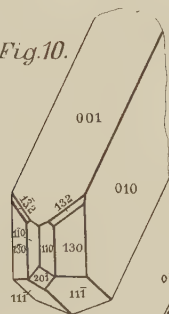


Fig. 11.

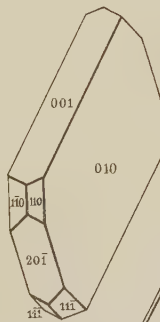


Fig. 13.

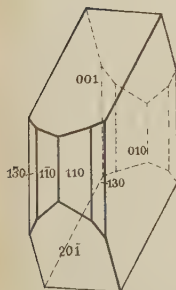


Fig. 12.

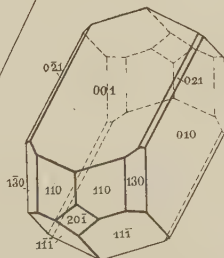


Fig. 14.

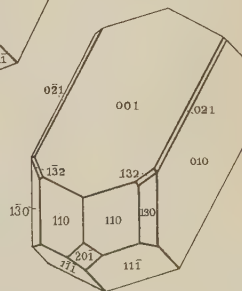
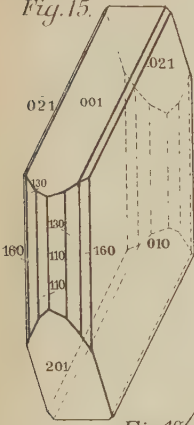


Fig. 10-14 Sanidin von den Tombe dei Nasoni.

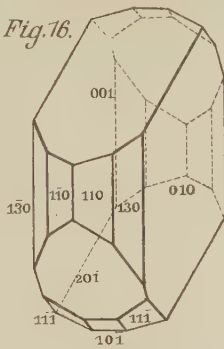
Sanidin von Viterbo.

Fig. 15.



Sanidin von Ariccia.

Fig. 16.



Pyroxen von Latium.

Fig. 17.

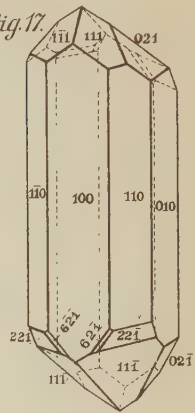


Fig. 17-20 Pyroxen von Latium.

Fig. 18.

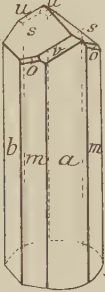
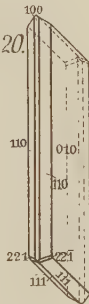


Fig. 19.



Fig. 20.



J. Koenigsberger, Feldspath-Bestimmung n. Fedorow

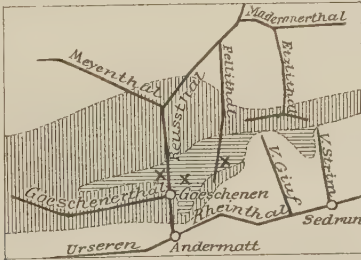
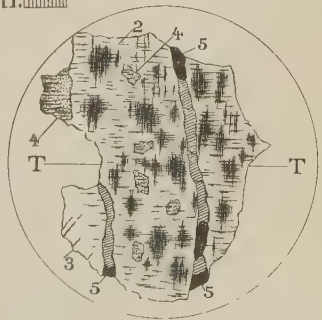
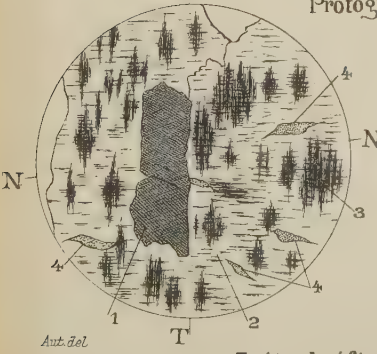


Fig. 2.

Fig. 3.



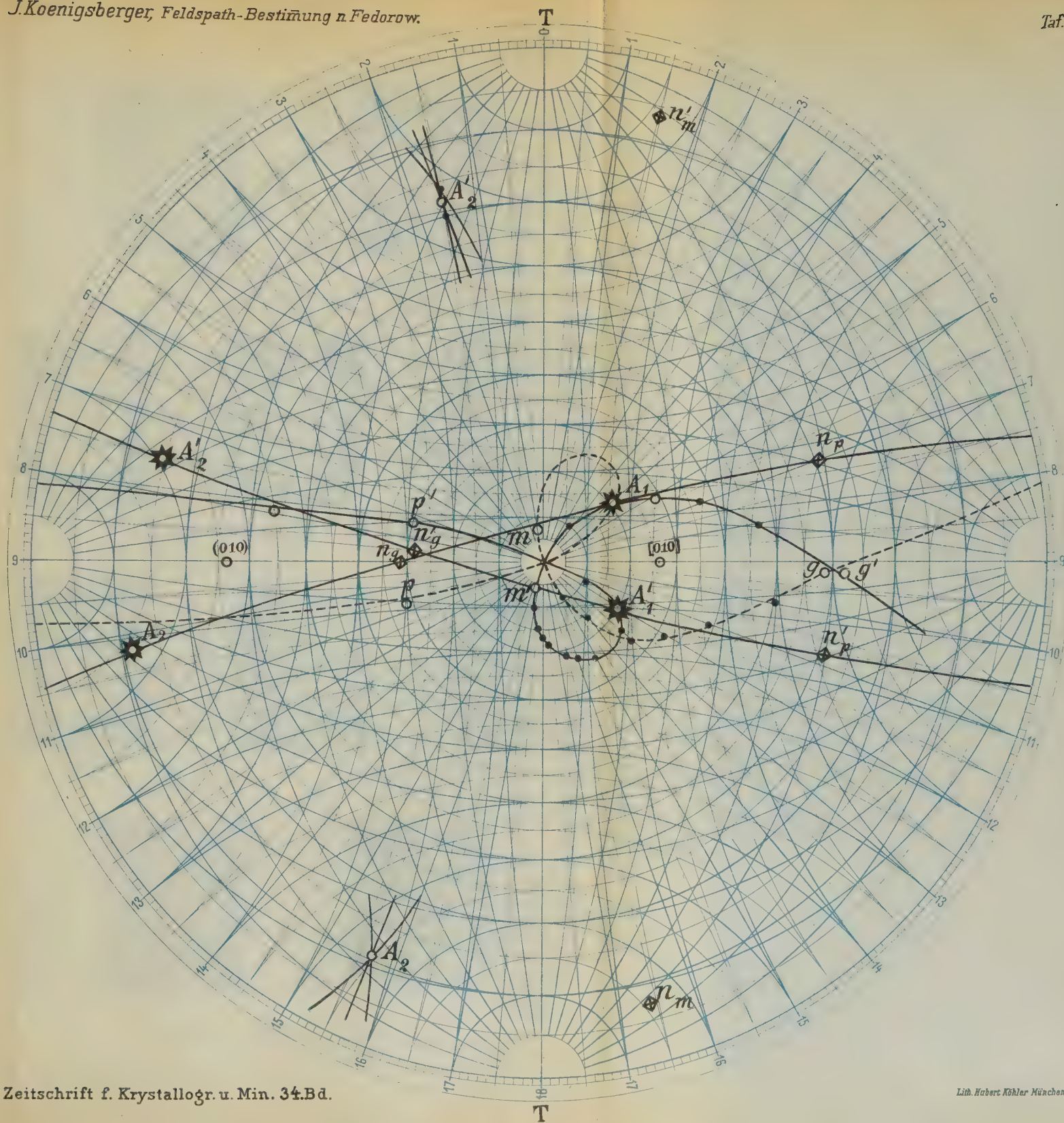


Fig. 1.

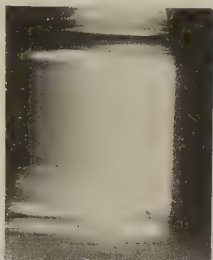


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

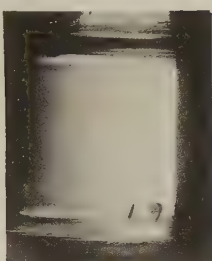


Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

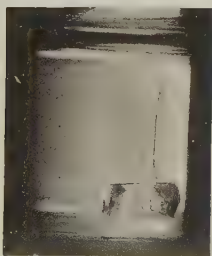
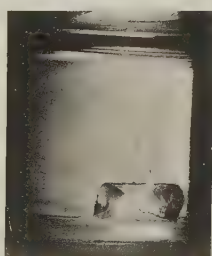
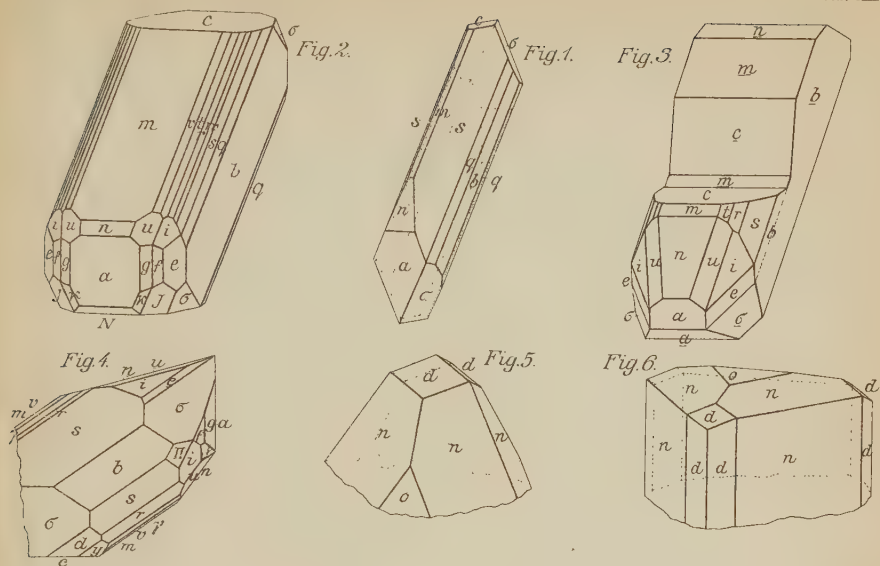
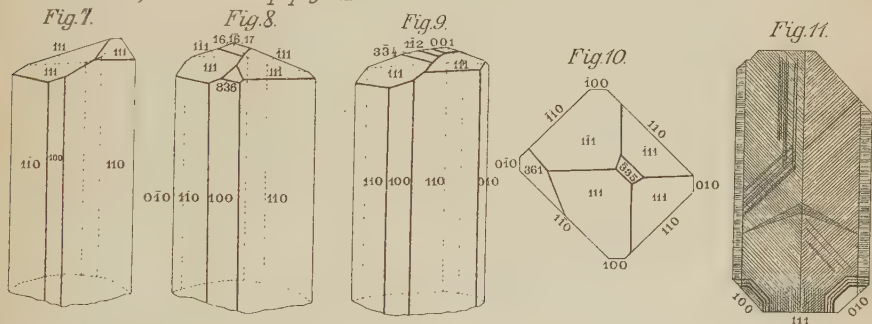


Fig. 10.

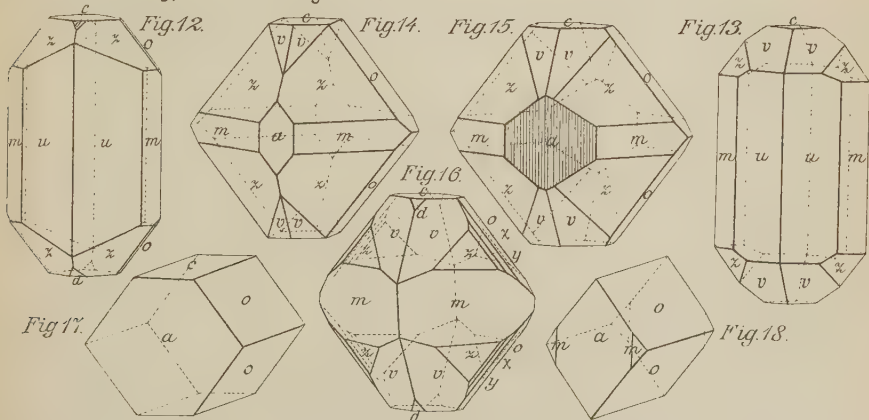




F. Zambonini, Natrolith u. Apophyllit.



P. v. Susterschinsky, Coelestin v. Tegernsee.



Aut. del.

Lith. Hubert Zähler München

